

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Hydraulický pohon lisu automobilového vybavení

Hydraulic Drive of Press Car Equipment

Student: Bc. David Švrčina
Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Miroslav Bova

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Švrčina**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 16 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení
Téma: **Hydraulický pohon lisu automobilového vybavení**
Hydraulic Drive of Press Car Equipment

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte teoretickou studii možností výroby k dané problematice.
2. Proveďte potřebné sílové a hydraulikářské výpočty.
3. Navrhněte hydraulické schéma včetně specifikace prvků a zadání pro navazující profese.
4. Nakreslete výrobní dokumentaci hydraulického agregátu.
5. Vypracujte návod na obsluhu a údržbu navrhovaného zařízení.
6. Vypracujte hodnocení rizik navrženého stroje.

Seznam doporučené odborné literatury:

Kolektiv autorů. *Projektování a konstrukce hydraulických zařízení*. Lohr am Main: Mannesmann Rexroth, 1988.
Pivoňka, J. a kol. *Tekutinné mechanismy*. Praha: SNTL Praha, 1987. 623 s.
Sivák, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1990.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Dr.Ing. Miroslav Bova**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Dr. Ing. Lumír Hružík
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 16.5.2014

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, że Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 16.5.2014

.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

David Švrčina

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Křenovice 109

Křenovice, 752 01

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ŠVRČINA, D. *Hydraulický pohon lisu automobilového vybavení: diplomová práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2014, 67 s. Vedoucí práce: Bova, M.

Diplomová práce se zabývá hydraulickým pohonem lisu automobilového vybavení. V úvodu je zpracována teorie k hydraulickým lisům. Tato část obsahuje historický vývoj lisů, konstrukci lisů, pohony lisů a historický vývoj kobercové výbavy automobilů. Praktická část obsahuje tři návrhy koncepce hydraulického lisu. Dle zadání je zpracován návrh funkčního schématu hydraulického lisu. Podle schématu je popsán pracovní cyklus stroje v návodu na obsluhu. Na základě rozboru pohybů lisu je vypočítán potřebný průtok a výkon hydrogenerátoru. V práci je proveden tepelný výpočet, volba chladiče a hodnocení rizik stroje. V přílohách je zpracována specifikace prvků, motorová listina a výrobní dokumentace hydraulického agregátu.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

ŠVRČINA, D. *Hydraulic Drive of Press Car Equipment: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydromechanics and Hydraulic Equipment, 2014, 67 p. Thesis head: Bova, M.

The thesis deals with hydraulic drive systems in presses used in the automotive industry. Its opening part focuses on the theoretical background of hydraulic press systems, including the history of presses, their construction, drive systems, and the development of the automotive carpeting. The practical part presents three draft concepts of a hydraulic press. A functional scheme of a hydraulic press has been designed according to the given assignment. The work cycle of the machine has been described in the instructions for use. On the basis of the press motion analysis, the necessary flow rate and output of the hydro generator have been calculated. Subsequently, a thermal calculation has been carried out, the appropriate cooler chosen and the risks of the machine assessed. The appendices contain a technical specification of components, the list of engines and components, and manufacturing documentation of the hydraulic aggregate.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod.....	10
1 Historický vývoj lisů a bucharů	11
2 Základní princip hydraulického lisu	14
3 Základní parametry hydraulického lisu	15
4 Základní rozdělení hydraulických lisů.....	17
4.1 Dle konstrukce rámu.....	17
4.1.1 Horizontální konstrukce	17
4.1.2 Vertikální konstrukce	18
4.2 Dle přístupnosti pracovního prostoru	19
4.2.1 Otevřený rám (C)	19
4.2.2 Uzavřený rám (O)	19
4.3 Dle konstrukčního provedení.....	20
4.4 Dle výrobní technologie rámu.....	20
4.5 Dle pohonu lisu.....	20
4.5.1 Přímý pohon.....	20
4.5.2 Akumulátorový pohon	21
4.5.3 Kombinovaný pohon	22
5 Základní typy hydraulických lisů dle technologie.....	23
5.1 Kovací lisy	23
5.2 Tažné lisy	24
5.3 Vytlačovací lisy	25
5.4 Protlačovací lisy	26
5.5 Dílenské lisy	26
6 Tváření plastů.....	27
6.1 Základní rozdělení plastů	27
6.2 Vstřikovací lisy	28
6.3 Lis na výrobu plastových krytů CYAA	30
6.4 Lis na výrobu izolačních výplní CYA.....	31
7 Vývoj kobercové a čalouněné výbavy automobilů	32

8	<i>Konstrukční řešení lisu.....</i>	<i>34</i>
9	<i>Koncepce hydraulického lisu stropnic.....</i>	<i>35</i>
9.1	Koncepce č. 1.....	35
9.2	Koncepce č. 2.....	36
9.3	Koncepce č. 3.....	37
10	<i>Základní silové a hydraulické výpočty obvodu.....</i>	<i>39</i>
10.1	Návrh průtoku a výkonu HG	39
10.2	Volba HG	42
10.3	Tepelný výpočet	42
10.4	Volba chladiče	45
10.5	Volba pomocného HG	46
10.6	Výpočet světlostí potrubí	47
11	<i>Návod na obsluhu a údržbu</i>	<i>48</i>
11.1	Popis lisu	48
11.2	Popis funkce obvodu	49
11.3	Obsluha a údržba	51
11.4	Technické údaje	52
11.5	Materiál a provedení hydraulického agregátu.....	52
11.6	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	52
11.7	Objednávání náhradních dílů	53
11.8	Dodávka a záruky	53
11.9	Poruchy.....	54
12	<i>Hodnocení rizik</i>	<i>54</i>
13	<i>Závěr.....</i>	<i>63</i>
14	<i>Seznam použité literatury</i>	<i>64</i>
15	<i>Seznam příloh.....</i>	<i>67</i>

Seznam použitých značek a symbolů

Značka	Význam	Jednotka
Q	Objemový průtok	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
p	Tlak	$[\text{Pa}]$
D	Průměr pístu hydraulického válce	$[\text{m}]$
F	Síla	$[\text{N}]$
S_1	Plocha pístu hydraulického válce	$[\text{m}^2]$
S_2	Plocha mezikruží hydraulického válce	$[\text{m}^2]$
P	Výkon	$[\text{W}]$
Q_g	Průtok hydrogenerátorem	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
T	Časová konstanta	$[\text{s}]$
m_{oc}	Hmotnost kovových částí	$[\text{kg}]$
c_{oc}	Měrná tepelná kapacita oceli	$[\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
c_{ol}	Měrná tepelná kapacita oleje	$[\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
V_{ol}	Objem nádrže	$[\text{m}^3]$
ρ_{ol}	Hustota oleje	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$
K	Součinitel prostupu tepla	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$
S_n	Plocha nádrže	$[\text{m}^2]$
Q_{lek}	Průtok lekáže	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
η_{Qg}	Průtoková účinnost hydrogenerátoru	$[1]$
Φ_{HG}	Teplo z provozu hydrogenerátoru	$[\text{W}]$
Φ_{PR}	Teplo přivedené prvky	$[\text{W}]$
Φ_Z	Celkový ztrátový výkon	$[\text{W}]$
α	Počet čerpadel	$[1]$
$\beta_{\check{c}}$	Součinitel časového faktoru čerpadla	$[1]$
β_{PR}	Součinitel časového faktoru prvků	$[1]$

Značka	Význam	Jednotka
t_{ust}	Ustálená teplota	[°C]
i_{pr}	Počet prvků	[1]
$\Phi_{okolí}$	Teplo přivedené z okolí	[W]
Δp_{pr}	Tlakový spád na prvcích	[Pa]
$t_{okolí}$	Teplota okolí	[°C]
t_{max}	Maximální ustálená teplota oleje	[°C]
t_{min}	Minimální ustálená teplota oleje	[°C]
$t_{poč. oleje}$	Počáteční teplota oleje	[°C]
Φ_n	Teplo odvedené nádrží	[W]
Φ_{CH}	Chlazený výkon	[W]
τ_{max}	Doba ohřívání na teplotu t_{max}	[s]
$t_{stř}$	Střední teplotní spád	[°C]
$t_{CH\ výs}$	Teplota vody na výstupu z chladiče	[°C]
$t_{CH\ vs}$	Teplota vody na vstupu do chladiče	[°C]
S_{CH}	Teplosměnná plocha chladiče	[m ²]
K_{ch}	Součinitel prostupu tepla chladičem	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
Q_{CH}	Průtok vody chladičem	[m ³ .s ⁻¹]
c_v	Měrná tepelná kapacita vody	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
ρ_v	Hustota vody	[kg.m ⁻³]
$\tau_{ohřev}$	Doba ohřevu	[s]
τ_{chlaz}	Doba ochlazování	[s]
$Q_{ol.ch.}$	Průtok oleje chladičem	[m ³ .s ⁻¹]
v	Rychlost proudění kapaliny	[m.s ⁻¹]

Úvod

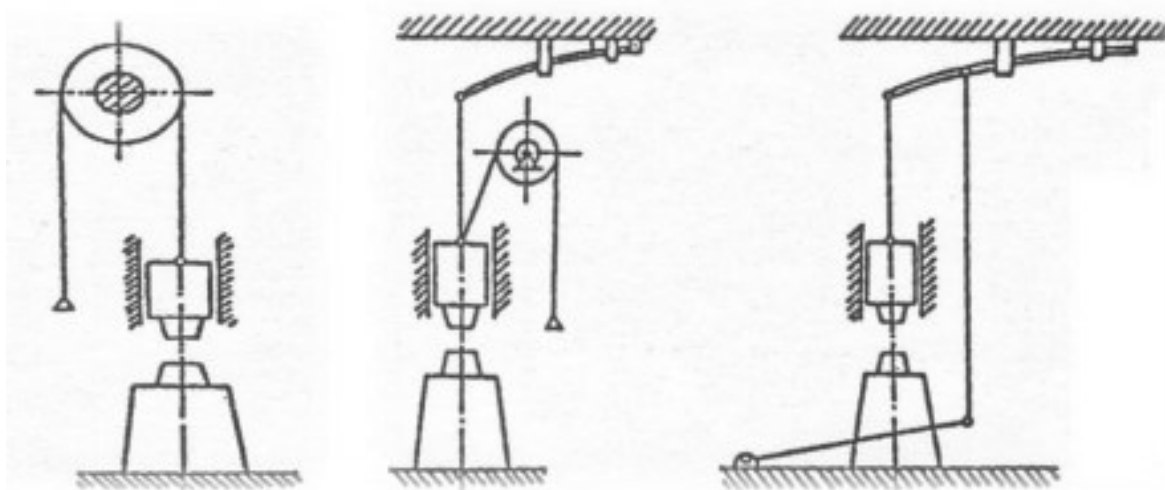
Ve své diplomové práci jsem se zabýval hydraulickým pohonem lisu automobilového vybavení. V počátcích automobilového průmyslu se čalounění a kobercová výbava automobilů vyráběla ručně. V dnešní době se z ekonomického hlediska vyrábějí veškeré čalounické díly sériově vyráběných automobilů už pouze velkosériově. Stropnice jsou dnes vyráběny z několika vrstev materiálu a to většinou ze skelných vláken, polyuretanových pěn a netkaných textilií. Na moderních hydraulických lisovacích strojích jsou poté tyto vzájemně proložené vrstvy lisovány. Lisování se provádí velkou silou za stálého působení tepla. Teplo je přiváděno do vyhřívaných forem různými způsoby (topné kabely, externí vytápění olejem). Působením tepla a tlaku tyto materiály dostávají požadovaný tvar, přičemž tento tvar již zůstává trvalý.

Cílem mé diplomové práce je navrhnout hydraulický pohon lisu automobilového vybavení dle zadaných parametrů. Pro správnou funkci hydraulického obvodu je potřeba provést veškeré potřebné silové a hydraulické výpočty. Pro potřeby realizace obvodu je vypracována potřebná výkresová dokumentace hydraulického obvodu lisu a hydraulického agregátu. Návod na obsluhu a údržbu je vypracován pro potřeby obsluhy stroje, která se tímto návodem musí řídit. V práci je zpracováno hodnocení rizik, které napomáhá eliminaci vzniku možných škod a zranění vyplývajících z činnosti stroje.

1 Historický vývoj lisů a bucharů

Vývoj lidstva je spjat se schopností opracovávat nástroje. K prvnímu zpracování kovů došlo zhruba v období 7000 let před naším letopočtem. Mezi první způsoby, kterými byl zpracováván kov pomocí tváření, patřila metoda kování mezi kovádkou a kladivem. Jako první se používalo k tváření kladivo, které později nahradil buchar a dnes se používá hlavně lis. Při zpracovávání kovu docházelo k předávání kinetické energie kladiva, popř. bucharu kovanému kusu, kde docházelo k plastické deformaci v kovu, dokud nebylo dosaženo požadovaného tvaru. Pomocí kování se vyráběly zbraně, ozdoby, šperky, zemědělské nástroje, kuchyňské předměty a mnoho dalších. Jakmile si člověk osvojil hutní technologie, kterými byl schopen kovy odlévat a kovat dokázal vyrábět kovové nástroje. Jako první se kov opracovával ručně, později se začala využívat síla zvířat a ve středověku se poté začla místo lidské a zvířecí síly využívat energie vody a větru.

V 9. století se používala pro kování výrobků jednoduchá mechanizovaná kladiva. Bylo to způsobeno kovááním stále větších výkovků a tato kladiva byla pro ruční kování již příliš těžká.



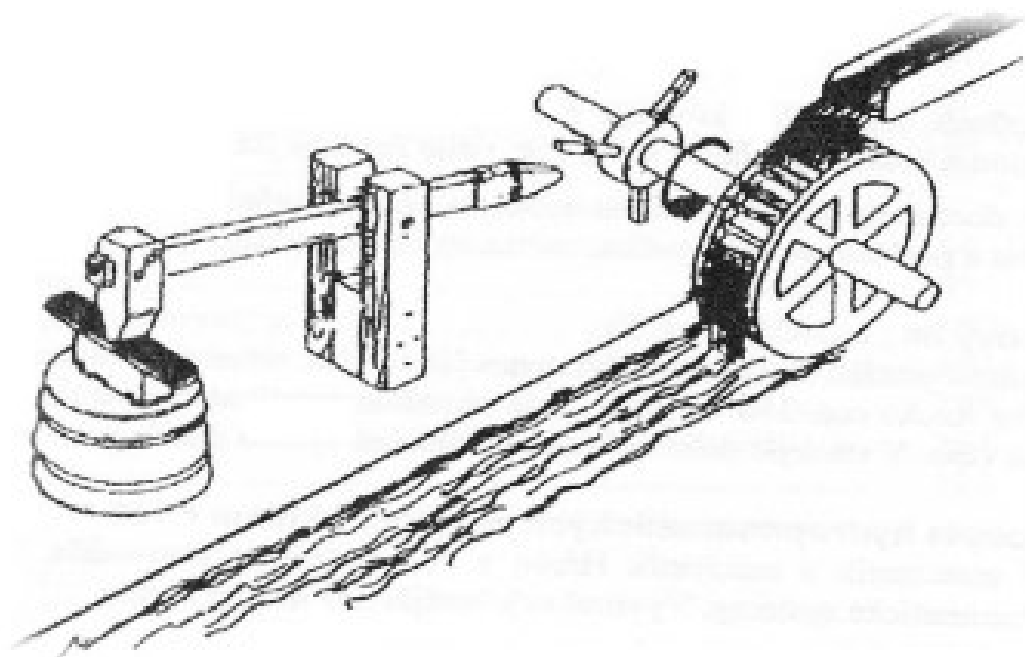
obr. 1.1 Jednoduchá mechanizovaná kladiva [1]

V 11. století se začíná rozšiřovat v středověké Anglii využívání vodní síly. Vodní kola se začala používat pro pohánění kol vodních mlýnů, v pilách při řezání dřeva a hlavně v železářských hamrech.

V 13. století se začaly vyrábět střelné zbraně díky vynálezu střelného prachu. Vzhledem k nutnosti vyrábět stále větší a hmotnější výkovky došlo ke změně metody

kování. Začalo se přecházet od ručního pčhování pomocí energie z přírodních zdrojů místo lidské práce.

V 15. století se začínají používat jedny z prvních mechanických bucharů. Tyto buchary byly poháněny pomocí vodní energie. Další rozvoj bucharů přišel až s příchodem páry, která nahradila vodní energii u bucharů.

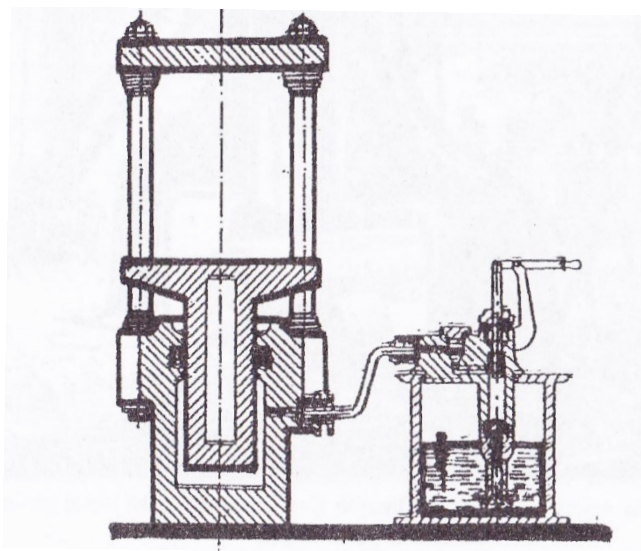


obr. 1.2 Buchar s vodím pohonem [4]

Později další rozvoj bucharů přišel s rozvojem elektrické energie. Díky elektrické energii vznikly nové typy bucharů jako např. pružinové, padací. Později se začaly používat i hydraulické a mechanické lisy.

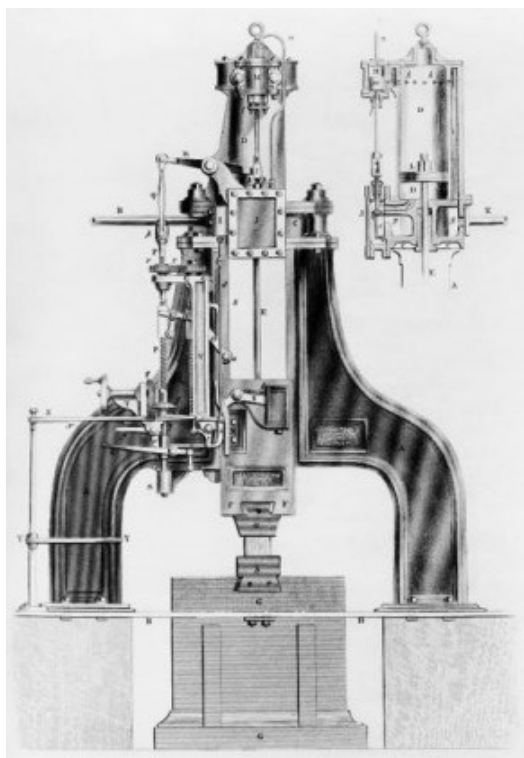
Patent na první parní stroj podal James Watt 28. 7. 1784. V tomto období se také začaly objevovat první konstrukce parních bucharů.

Patent na první hydraulický lis byl podán v roce 1795 Josephem Bramahem. Tento lis byl opatřen jednoduchým ručním čerpadlem. Hlavní výhodou hydraulického lisu bylo oproti šroubovým a mechanickým lisům možnost jej ovládat na dálku. Joseph Bramah při konstrukci lisu vycházel ze zákona o šíření tlaku v kapalinách. Tato konstrukce hydraulického lisu se používala až do poloviny 19. století.



obr. 1.3 Lis Josepha Bramaha [4]

V roce 1839 byl vyroben Jamesem Nasmythem první silný parní buchar. Tento buchar byl vyroben z důvodu stavby parníku Great Britain. Při stavbě tohoto parníku byly totiž použity tak mohutné lodní hřídele, že pomocí technik, které byly doposud používány, nebylo takto velké kusy možno vykovat. Lis měl dvojité vedení, v ose tohoto vedení byl umístěn těžký beran, který byl zvedán pomocí parního stroje. Samotné kování bylo prováděno volným pohybem samotného beranu. Stroj byl využíván hlavně pro zápuskové kování.



obr. 1.4 Nasmythův parní buchar [6]

V roce 1861 byl v Německu uveden do provozu tehdy největší parní buchar. Podnikatel Alfred Krupp uvedl ve svém závodu do provozu parní buchar Fritz. Zdvih beranu byl vyvozován pomocí páry, která zvedala tento 30 t (později 50 t) vážící beran. Oproti předchozím bucharům byla u tohoto bucharu využívána pára i pro pohyb dolů čímž získal velkou sílu. Tento stroj byl v provozu celých 50 let.

V roce 1928 vyrobila opět firma Krupp do té doby největší hydraulický kovací lis. Tento lis se používal při výrobě vysokotlakých nádob, které se tehdy využívaly v chemickém průmyslu. Tento lis se skládal z tří pracovních válců umístěných v horní traverze a měl sílu 150 MN.

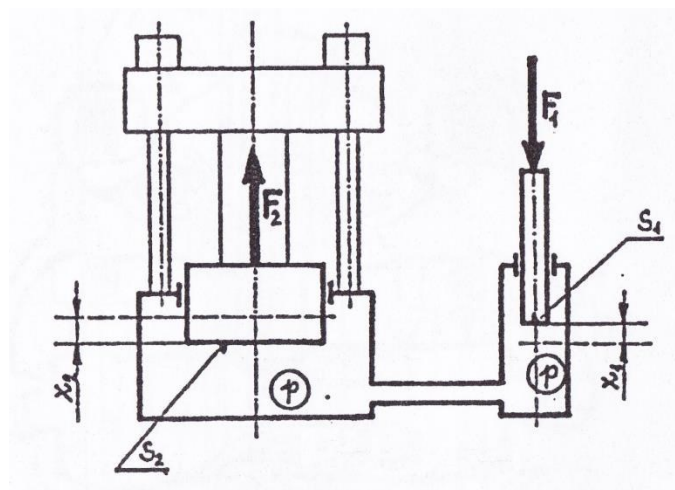
V padesátých letech 19. století vzhledem k rostoucímu průmyslu došlo k výrobě lisů, které dosahovali pracovní síly až 750 MN.

V dnešní době jsou hydraulické lisy v některých oblastech tváření nezastupitelné a v tváření mají téměř monopolní místo. V současnosti již není limitující velikost lisu, nýbrž schopnost výrobek dostatečně veliký polotovár. [1] [4]

2 Základní princip hydraulického lisu

Kapaliny se v těchto pohonech využívají z několika důvodů. Mají velice malou stlačitelnost a jsou téměř nestlačitelné, díky tomu dobře akumulují energii. Při tváření se využívá zákonů hydromechaniky a tomu odpovídajícímu násobení sil.

V hydraulických lisech se hlavně využívá principu Pascalova zákona. Pascalův zákon pojednává o tom, že v kapalině se tlak šíří rovnoměrně všemi směry. V případě, že máme dva spojené hydraulické válce a na válec o ploše S_1 vyvineme sílu F_1 tak v této uzavřené soustavě dvou válců vznikne tlak p , který působí na větší plochu S_2 a vyvine na ní sílu F_2 , která je větší než síla F_1 a poměr těchto sil odpovídá poměru ploch S_2 / S_1 . U hydraulických lisů toho využíváme, když např. malým pístem čerpadla vyvodíme na válcí o velké ploše, popř. plunžru větší sílu, která je určena poměrem ploch. Díky této vlastnosti jsme schopni s relativně jednoduchou a malou konstrukcí vyvozovat velké síly. [1]



obr. 2.1 Princip hydraulického lisu [1]

3 Základní parametry hydraulického lisu

Hydraulické lisy pracují s klidným tlakem, což znamená, že tlaková energie je přivedena na pracovní válec kde se přímo mění na přetvářnou práci v polotovaru. [3] [1]

- **Jmenovitá síla**

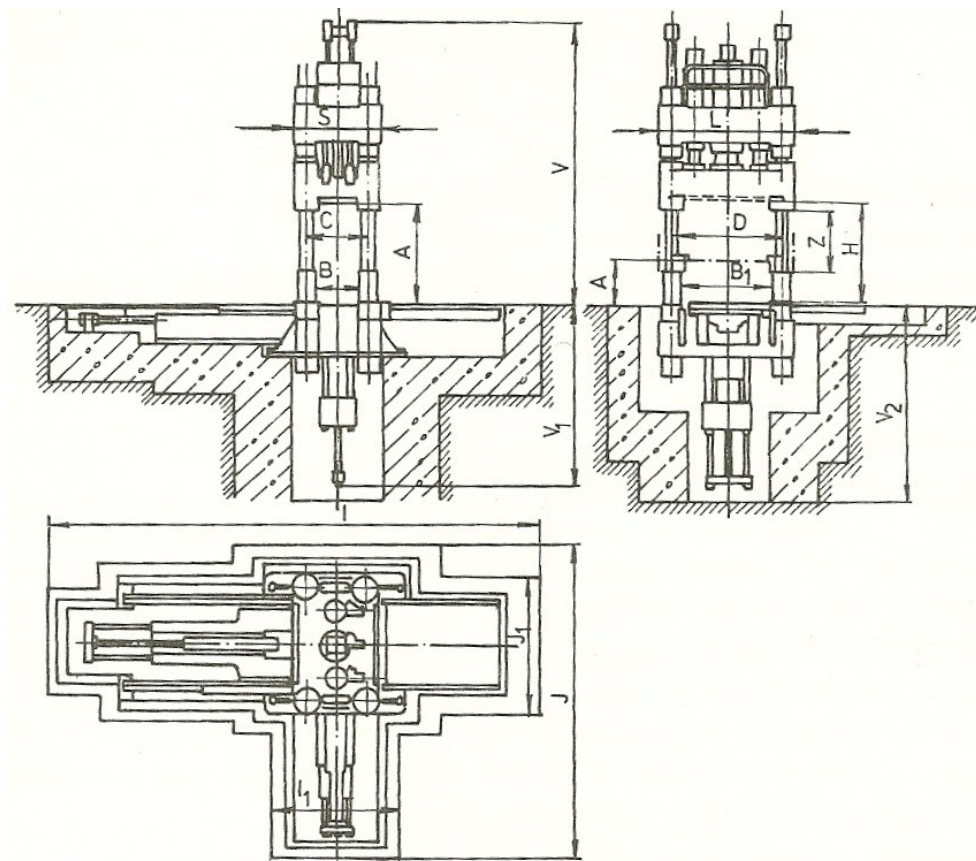
Maximální síla, kterou lze lis zatížit. Tato síla se pojmenovává podle práce, kterou vykonává (předlisovací, lisovací, vytlačovací, protlačovací, atd.)

- **Zpětná síla**

Síla, kterou dochází k návratu lisovacího nástroje do výchozí polohy. Nazývá se odtahová síla, zpětná síla pomocných válců.

- **Rychlost**

Rychlosti lisu se volí dle technologického a konstrukčního provedení samotného lisu. U lisu rozlišujeme několik rychlostí. Mezi základní rychlosti patří tvářecí rychlost, předjížděcí rychlost, zpětná rychlost.



obr. 3.1 Základní rozměry lisu [3]

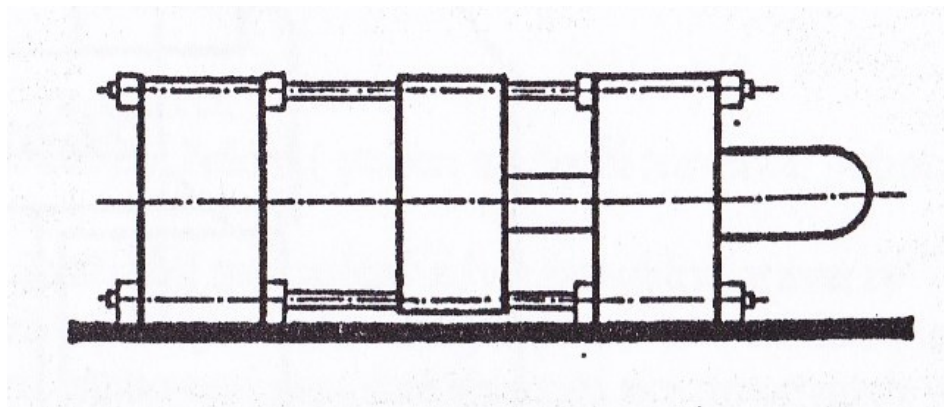
- **Zdvih (Z)**
Maximální lisovací dráha
- **Průchod (B, B₁)**
Minimální vzdálenost sloupů v podélné nebo příčné ose lisu
- **Otevření lisu (H)**
Maximální vzdálenost pracovních ploch
- **Vybočení (A)**
Minimální vzdálenost lisovací desky a plochy beranu
- **Rozteč sloupů (C, D)**
Osová vzdálenost sloupů v podélném a příčném směru
- **S (délka lisu)**

- L (šířka lisu)
- V (výška lisu nad podlahou)
- V_1 (výška lisu pod podlahou)
- I, I_1 (podélné rozměry lisu v půdorysu)
- J, J_1 (příčné rozměry lisu v půdorysu)

4 Základní rozdělení hydraulických lisů

4.1 Dle konstrukce rámu

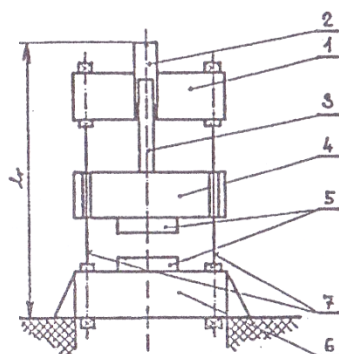
4.1.1 Horizontální konstrukce



obr. 4.1 Horizontální konstrukce [1]

4.1.2 Vertikální konstrukce

Horní pohon

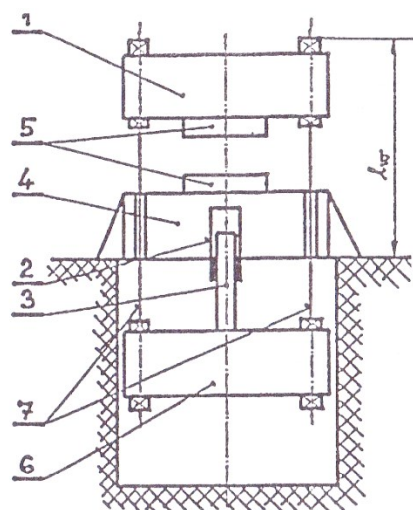


l_v - Výška lisu nad podlahou

- 1) Horní traverza
- 2) Pracovní hydraulický válec (může být jeden, dva nebo tři)
- 3) Pracovní plunžr (podle počtu válců je buď jeden, dva nebo tři)
- 4) Střední pohyblivá traverza
- 5) Spodní a horní část nástroje
- 6) Spodní traverza
- 7) Sloupy (mohou být dva nebo čtyři)

obr. 4.2 Horní pohon [1]

Spodní pohon



l_v - Výška lisu nad podlahou

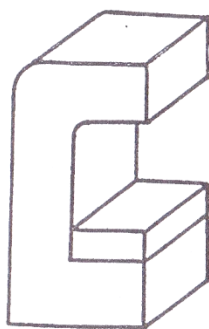
- 1) Horní traverza
- 2) Pracovní hydraulický válec
- 3) Pracovní plunžr
- 4) Střední pohyblivá traverza
- 5) Spodní a horní část nástroje
- 6) Spodní traverza
- 7) Sloupy

obr. 4.3 Spodní pohon [1]

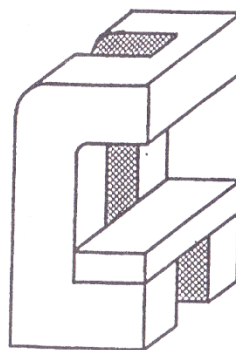
4.2 Dle přístupnosti pracovního prostoru

4.2.1 Otevřený rám (C)

- Má nižší tuhost oproti uzavřeným ráům
- Pracovní prostor je snadno dostupný (ze všech tří stran)
- Používá se pro konstrukci lisů menších velikostí
- Při pracovní činnosti vlivem tvářecích sil dochází k rozevírání rámu
- Konstrukce je jednostranová nebo dvoustranová



Jednostranový "C"rám

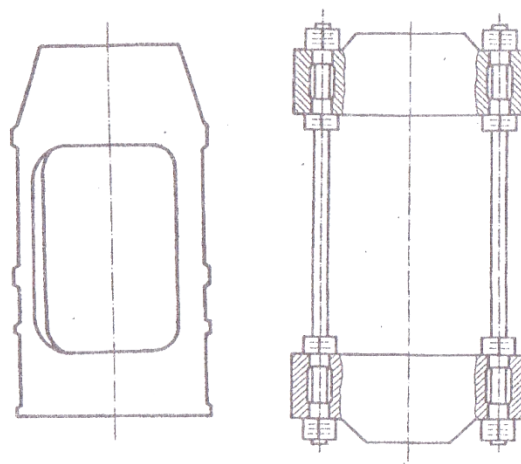


Dvoustranový "C" rám

obr. 4.4 C rámy [1]

4.2.2 Uzavřený rám (O)

- Při stejné hmotnosti má větší tuhost oproti otevřeným ráům
- Pracovní prostor je méně dostupný
- Konstrukce je stojanová nebo sloupová



obr. 4.5 O rámy [4]

4.3 Dle konstrukčního provedení

- Rámy z jednoho kusu
- Dělené rámy

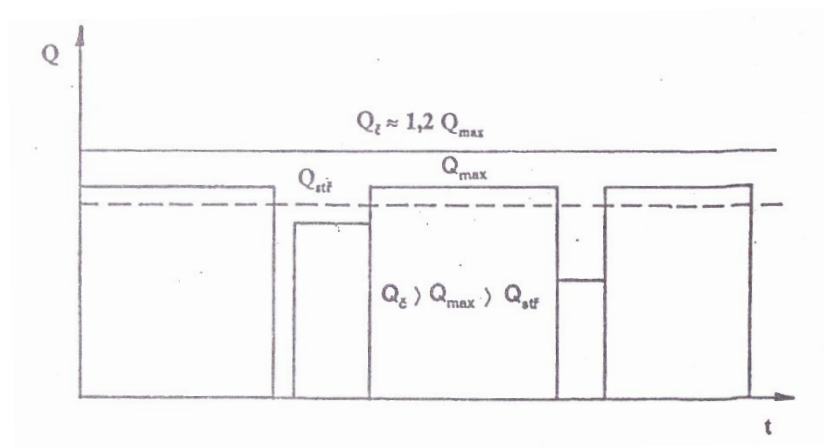
4.4 Dle výrobní technologie rámu

- Rámy svařované
- Rámy odlévané
- Rámy kombinované

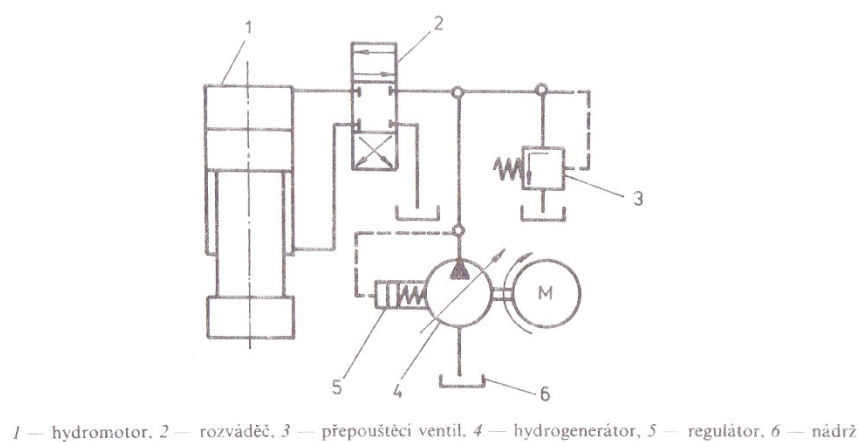
4.5 Dle pohonu lisu

4.5.1 Přímý pohon

Tento typ pohonu je využíván v případech, kdy používaná technologie na lisu splňuje podmínku, že odběr z čerpadla do pracovní části obvodu je rovnoměrný (minimální rozdíly mezi maximálním a minimálním průtokem). Čerpadlo se v tomto případě pohonu dimenzuje na maximální odebíraný výkon, který je znásoben konstantou 1,2 z důvodu zajištění spolehlivosti lisu. Při použití tohoto pohonu dochází v případě vzniku přebytku výkonu k jeho maření v odpadu. Zamezit maření výkonu můžeme několika způsoby. V přímém pohonu můžeme použít regulační hydrogenerátor, popř. pomocí tlakového senzoru, který bude snímat tlak v obvodu a po překročení nastavené meze odlehčí čerpadlo. [1] [4]



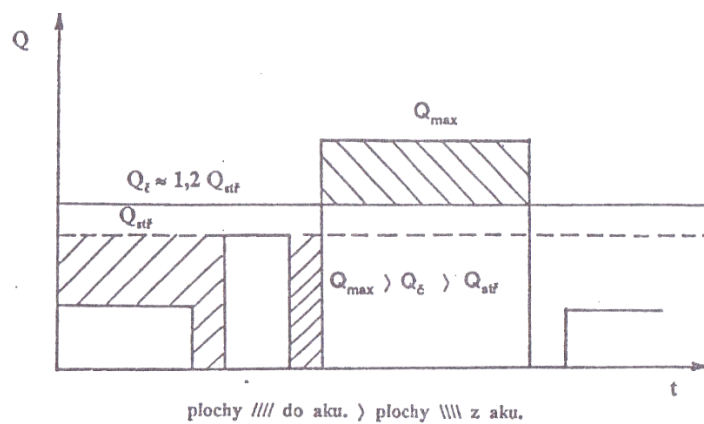
obr. 4.6 Odběrový diagram [1]



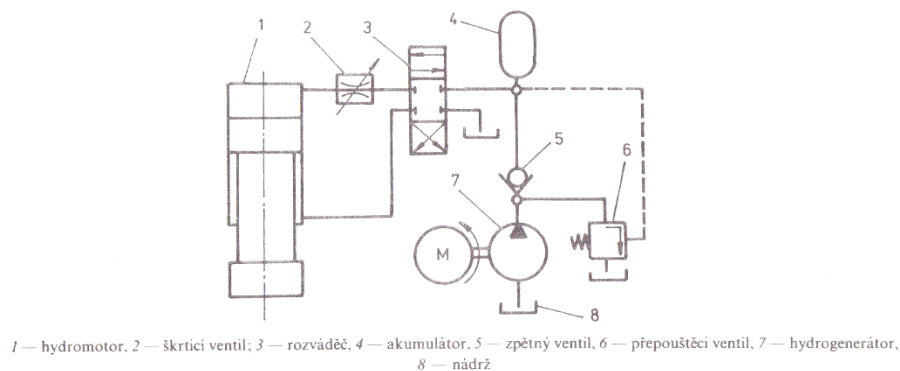
obr. 4.7 Schéma jednoduchého přímého pohonu lisu [2]

4.5.2 Akumulátorový pohon

Akumulátorový pohon se používá u lisů, kde jejich jmenovitá síla je větší nebo rovna 25 MN. Tento typ pohonu má hlavní využití u aplikací, které mají nerovnoměrný odběr. V obvodě je pro vyrovnání rozdílu mezi odběry umístěn akumulátor. Čerpadlo se v tomto případě pohonu dimenzuje na střední odebíraný výkon, který je znásoben konstantou 1,2 z důvodu zajištění spolehlivosti lisu. [1] [4]



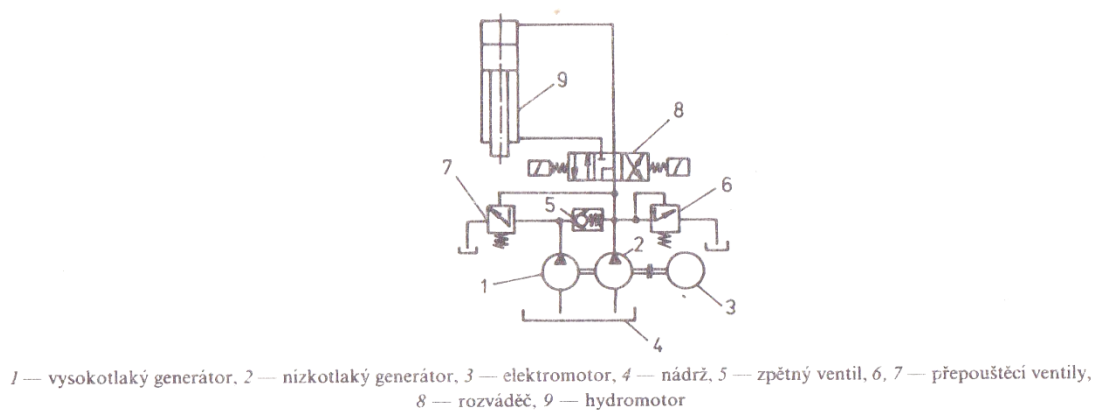
obr. 4.8 Odběrový diagram [1]



obr. 4.9 Schéma jednoduchého akumulátorového pohonu lisu [2]

4.5.3 Kombinovaný pohon

Kombinací pohonu lisu je celá řada. V této kategorii pohonu je např. pohon pomocí dvou hydrogenerátorů, z nichž je jeden vysokotlaký a jeden nízkotlaký. Tento pohon je vhodný tam, kde je potřeba provádět lisování různými tlaky.



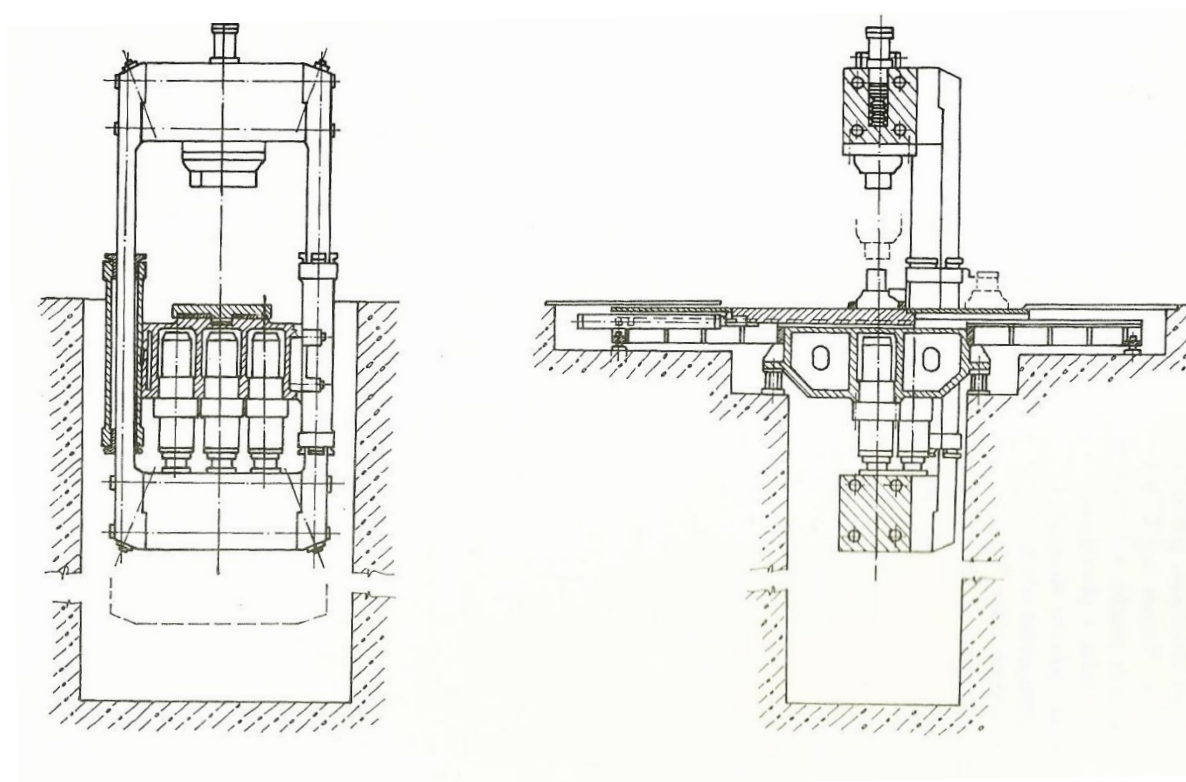
obr. 4.10 Schéma jednoduchého dvoumotorového pohonu lisu [2]

Dalším zástupcem v této kategorii je multiplikátorový pohon. Tento pohon je také používán v aplikacích kde je z technologického důvodu potřeba pro některé operace použít vyšší tlak než u ostatních operací tohoto stroje (např. přechování). Multiplikátor se používá pro rozšíření tlakových možností stroje. Násobí tlak přiváděný do multiplikátoru ze zdroje tlakové energie. V případě použití multiplikátoru musí být lis dimenzován na tlaky, které vyvine multiplikátor. Dodávaný výkon bude snížen o účinnost použitého akumulátoru. Hydraulické multiplikátory jsou v podstatě diferenciální písty. [1] [4]

5 Základní typy hydraulických lisů dle technologie

5.1 Kovací lisy

Podle použité technologie u kovacích lisů je rozdělujeme na lisy pro volné nebo zápustkové kování. U lisu pro volné kování patří mezi základní parametry výkon lisu, maximální hmotnost ingotu, jmenovitá síla lisu a počet zdvihu za daný čas.



obr. 5.1 Schéma kovacího lisu CKW [2]

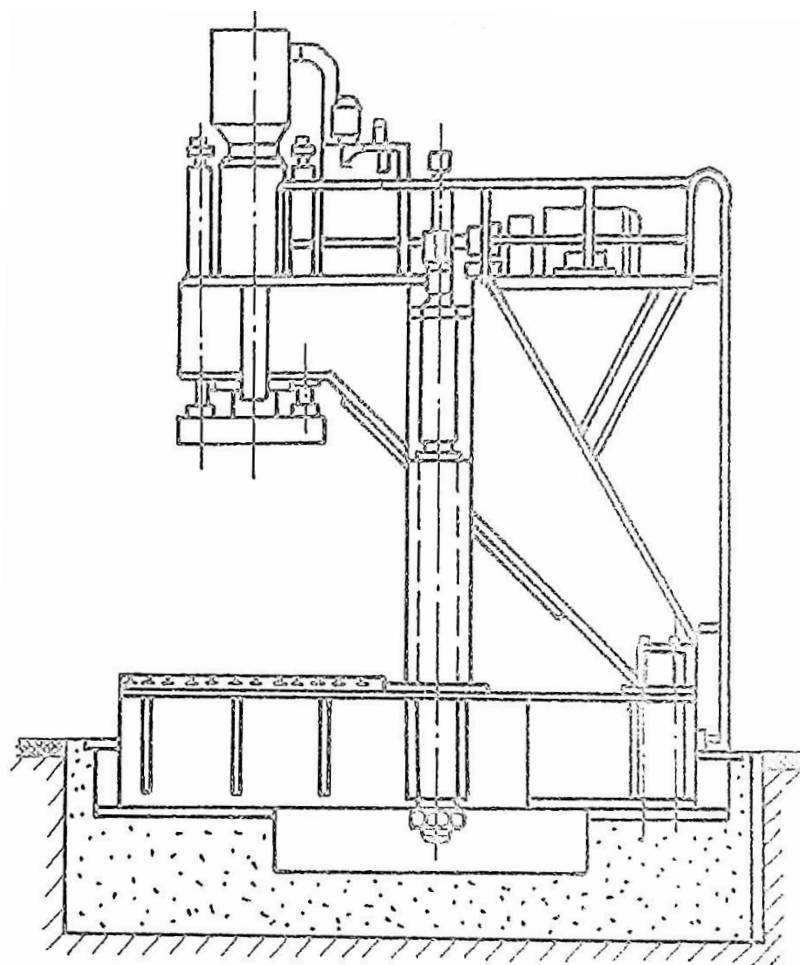
Základní schéma kovacího lisu je zobrazeno na obr. 5.1. Tento lis je dle klasifikace dvousloupový se spodním válcem a je svislý. Tento lis svou konstrukcí zajišťuje přehlednost pracovního prostoru, přičemž díky malé výšce nad podlahou má níže položené těžiště a tím i lepší stabilitu, což umožňuje kování většími rychlostmi.

Pomocí těchto lisů se kovají součástky, které z důvodu složitosti a malé sériovosti není možno vyrábět na jednoúčelových strojích. Na těchto lisech jsou používány klasické kovářské operace, jako je děrování, pýchování, rovnání. Mezi součástky kované na těchto lisech patří například tyče, příruby, pouzdra. Přesnost těchto lisů je až 1 mm.

Koncepční řešení lisů umožňuje jejich použití buď jako samostatných kovacích jednotek nebo jako kovací integrovaný agregát. Pokud je lis použit jako samostatná jednotka, jsou jeho pracovní pohyby nezávislé na pohybech pomocného zařízení. V případě použití jako integrovaného agregátu jsou pracovní pohyby svázány s pomocným zařízením (např. kolejový manipulátor). [2]

5.2 Tažné lisy

Slouží pro klasické tvářecí operace (rovnání, lemování, ohýbání, zalisování čepů a pouzder při montáži). U tažných lisů jsou jeho hlavními parametry při volném kování jmenovitá síla, rychlost při sjíždění, pracovní zdvih, pracovní síla při lisování a zpětném pohybu.

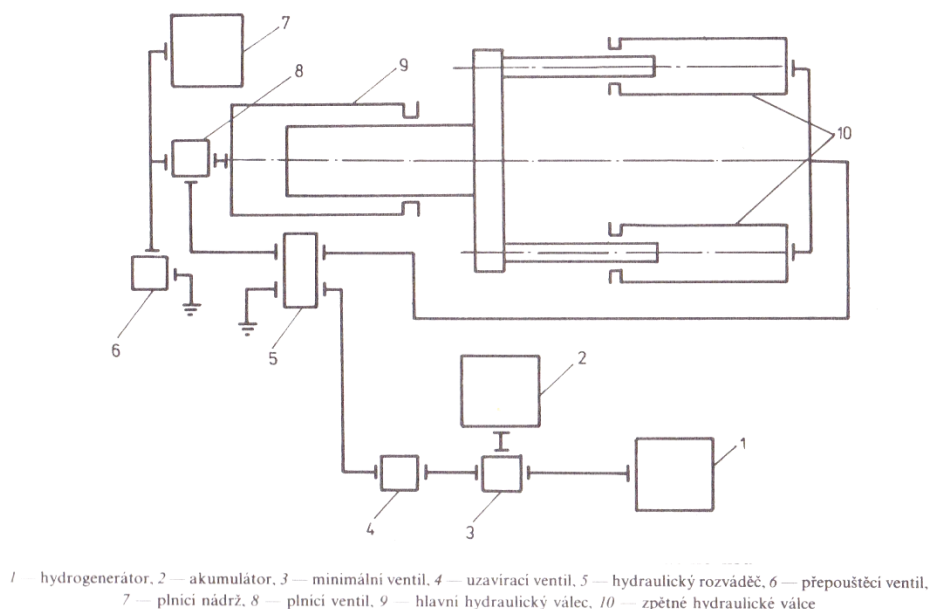


obr. 5.2 Schématický náčrt tažného lisu [2]

Na schématickém náčrtu tažného lisu obr. 5.2 je vidět konstrukce lisu se svislým stojanem typu C, který má jeden jednočinný pracovní válec. Stojan typu C je složen ze stolu a nástavku, jež jsou staženy kotvami. V horní části rámu na lisovací traverze je umístěn pracovní plunžr, který je veden čtyřmi vodícími sloupy. Tyto vodící sloupy slouží k vedení stojanu a zároveň omezují zdvih stojanu na danou hodnotu. Zpětné válce jsou umístěny v ose stojanu a to před a za samotným lisovacím válcem. [2]

5.3 Vytlačovací lisy

Nejčastěji jsou vyráběny v provedení sloupové konstrukce, přičemž stojan je vodorovný. Pro vytlačování ocelí. Popř. lehkých kovů se používají různé konstrukce. Pro vytlačování tyčí a profilů jsou používány bloky z plného materiálu. Pro vytlačování dutých profilů a trubek jsou používány duté bloky z daného materiálu.

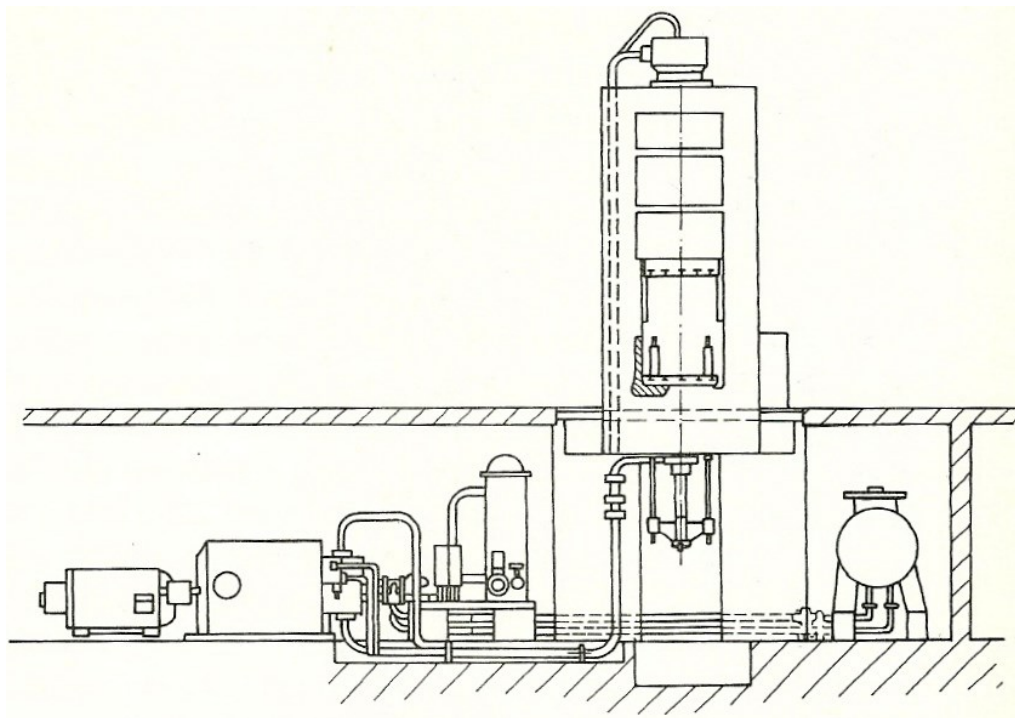


obr. 5.3 Schéma vytlačovacího lisu [3]

Na obr. 5.3 je zobrazeno jednoduché schéma vytlačovacího lisu. Lis na tomto schématu se skládá ze tří válců. Hlavní válec vykonává pracovní zdvih, a zbylé dva válce slouží k zpětnému zdvihu. Na lisu je umístěn plnicí ventil, který slouží k řízení proudění kapaliny z plnicí nádrže do hlavního válce. Při vytlačování proudí kapalina z vysokotlakého akumulátoru (je plněn z hydrogenerátoru) přes uzavírací ventil, minimální ventil a rozváděč až do samotného hlavního válce. [5]

5.4 Protlačovací lisy

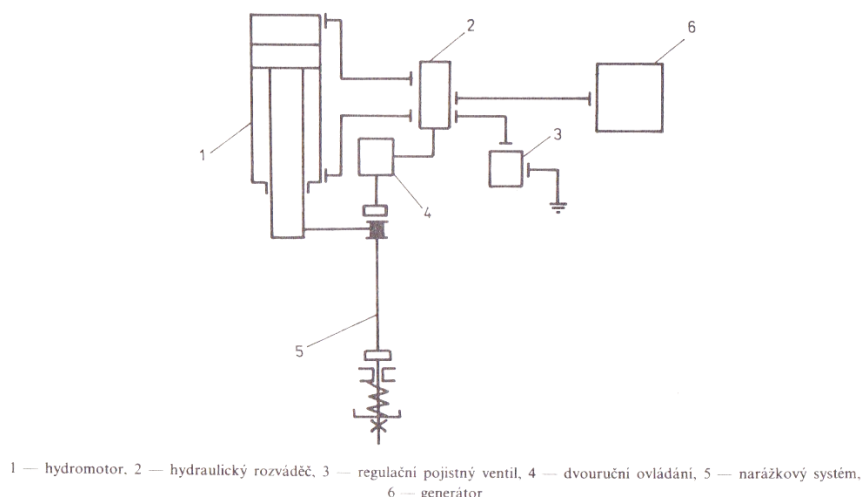
Tyto lisy jsou uplatňovány např. při lisování práškových kovů. Při protlačování za tepla se jimi vyrábějí vrtáky, frézy, výstružníky. Mohou být také používány pro protlačování trubek, tyčí, drátů, přičemž je možno zpracovávat i slitiny hořčíku, beryllia a wolframu. Protlačováním dosahujeme přesných tvarů a je používáno pro výrobu součástí velkých délek. [5]



obr. 5.4 Protlačovací lis CRP 400-B [3]

5.5 Dílenské lisy

Jsou to lisy pro všestranné využití, které se využívají jak při montážních pracích tak v hromadné a sériové výrobě. Používají se pro rovnání, ohýbání, stříhání, nýtování, ražení, protlačování. Lisovací síla dosahuje u dílenských lisů do 3 MN.



obr. 5.5 schéma dílenského lisu [3]

Na obr. 5.5 je zobrazen schéma dílenského lisu. Lis je opatřen regulačním hydrogenerátorem což umožňuje regulovat rychlost lisování. Samotná lisovací síla potřebná pro danou operaci se nastavuje pomocí regulačního pojistného ventilu. Vzhledem k požadavkům na bezpečnost práce lis obsahuje dvouruční ovládání rozváděče. Lisovací rozsah je možno regulovat nastavením zárážek, které se nachází v dolní a horní úvratí. Pro použití těchto lisů při jednoduchých aplikacích (malé tlaky) je možno osadit dílenský lis namísto hydrogenerátoru jednoduchou ruční pumpou. [3]

6 Tváření plastů

6.1 Základní rozdělení plastů

Toto rozdělení je vyhotoveno z hlediska chování plastu v závislosti na působení teploty. Tyto materiály jsou zpracovávány pomocí vstřikovacích lisů nebo speciálních lisů s vytápěnými formami. [9] [3]

- **Termoplasty**

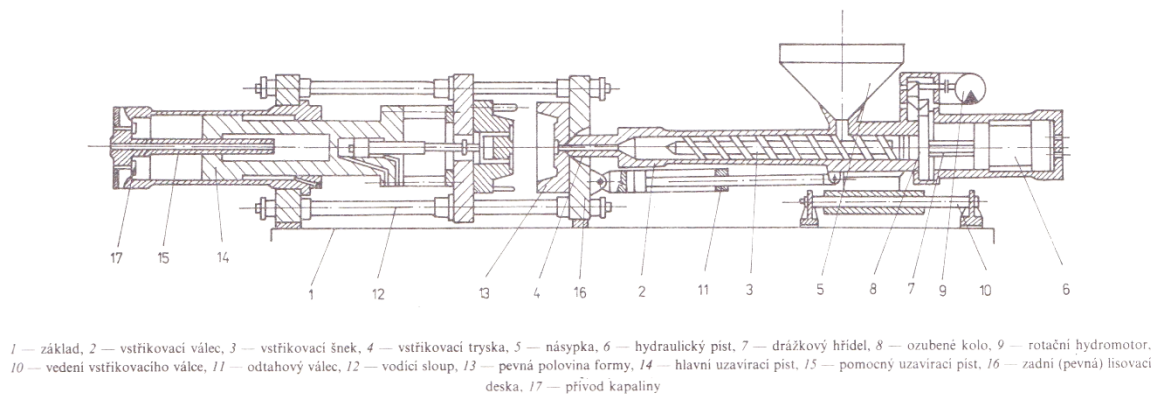
Do této skupiny plastů patří téměř naprostá většina světově zpracovávaných plastových materiálů. Řadíme sem polyvinylchlorid (PVC), polyethylen (PE), polyamid (PA), polystyren (PS), atd. Tyto materiály se působením tepla dostávají do plastického stavu. V plastickém stavu se chovají jako vysoce viskózní nenenewtonská kapalina. Do pevného stavu tyto materiály přecházejí při chladnutí. Díky jejich fyzikálním vlastnostem je lze neustále recyklovat bez ztráty vlastností. Při zahřívání je jejich chemická struktura neměnná.

- **Reaktoplasty**

Mezi tyto plasty epoxidové a fenolytické pryskyřice, kaučuky, atd. Tyto materiály mají ve fázi zahřívání stejné vlastnosti jako termoplasty s tím rozdílem že je možné tvářet jen omezenou dobu. Vlivem vysoké teploty dochází k vytvrzování materiálu (vytvoření sítě v materiálu). Takto vzniklé výrobky už nelze opětovně roztavit ani rozpustit, dalším působením tepla dojde pouze k degradaci materiálu.

6.2 Vstřikovací lisy

Pomocí vstřikování se vyrábí konečné výrobky, popř. polotovary. Takto vyrobené součástky mají velice dobrou tvarovou a rozměrovou přesnost. Vstřikováním se zpracovávají jak termoplasty tak reaktoplasty, přičemž převahu mají jednoznačně termoplasty.



obr. 6.1 Schématický řez vstřikovacím lisem [3]

Základní parametry vstřikovacího lisu

- Jmenovitý objem výstřiku stroje
- Maximální vstřikovací tlak
- Vstřikovací výkon
- Plastikační výkon stroje
- Uzavírací síla

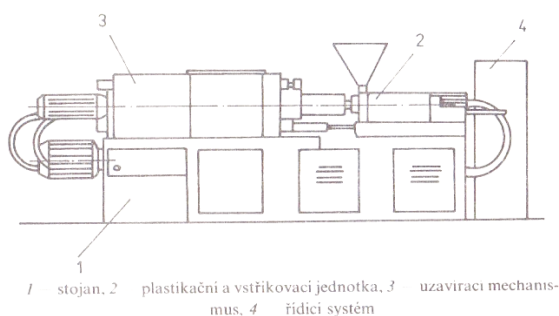
Prvky vstřikovacího lisu

- Vstřikovací jednotka
- Uzavírací jednotka

- Řídící jednotka

Vstřikovací lis se skládá z výše uvedených základních prvků. Při přeměně granulovaného polotovaru je potřeba dodat materiálu potřebné množství tepla, aby se materiál dostal do plastického stavu. V podstatě se teplo do materiálu dodává dvěma způsoby a to přeměnou jiné energie v tepelnou energii a sdílením tepla. Při přeměně jiné energie na tepelnou je to nejčastěji samotným třením materiálu při plastikaci a přeměnou elektrické energie pomocí odporového vyhřívání. Sdílení tepla se provádí např. pomocí ohřevu vodou nebo olejem.

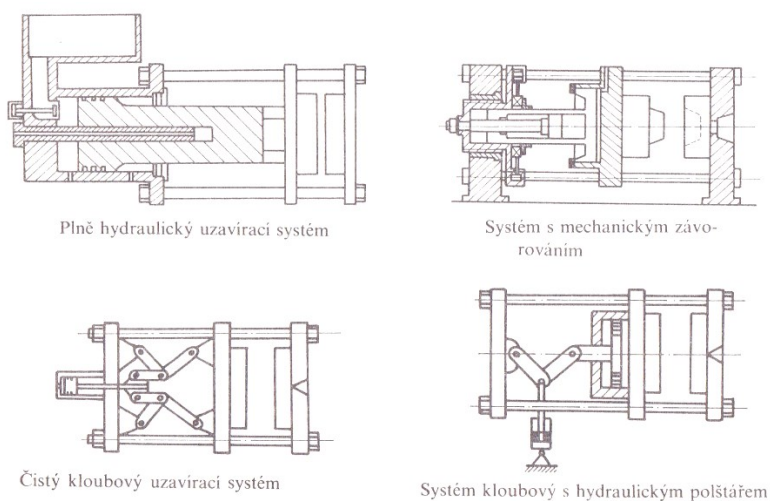
Vstřikovací jednotka obsahuje plastikační komoru. V tavicí (plastikační) jednotce dochází k plastikaci materiálu, přičemž by mělo co nejrychleji dojít k rovnoměrnému zahřátí materiálu na potřebnou teplotu pro samotné vstříknutí materiálu do formy. Tento cyklus zahřívání a vstřikování se opakuje velmi rychle a doba tohoto cyklu bývá v závislosti od množství vstřikovaného materiálu průměrně od 1 do 5 s. V dnešní době se používá šnekový způsob plastikace. Šnek dopravuje granulovaný polotovar z násypky stroje do prostoru ohřevu. V prostoru ohřevu dochází k tavení granulátu, který se hromadí před čelem šneku. Tato tavenina působí na šnek a posune jej do zadní úvratě. Jakmile je potřebné množství granulátu roztaveno, šnek se zastaví a vyjede dopředu ze zadní úvratě jako píst a přes trysku vstříkne taveninu do formy.



obr. 6.2 Schéma vstřikovacího lisu [3]

Uzavírací jednotka slouží pro uzavírání a otevírání formy během vstřikování tak, aby vlivem tlaku taveniny nedošlo k otevření formy. Pro zajištění bezpečného chodu vstřikovacího lisu je uzavírací jednotka velmi důležitá. Uzavírací jednotka se skládá z předního třmenu (opěrná deska), pohyblivého třmenu (pohyblivá deska), zadního třmenu (zadní pevná deska), vodících sloupů a uzavíracího systému s pohonem. Základními požadavky na uzavírací jednotku je vysoká rychlost otevírání a uzavírání, přičemž rychlost těsně před dosednutím obou polovin formy a rychlost při začátku otevírání formy musí být

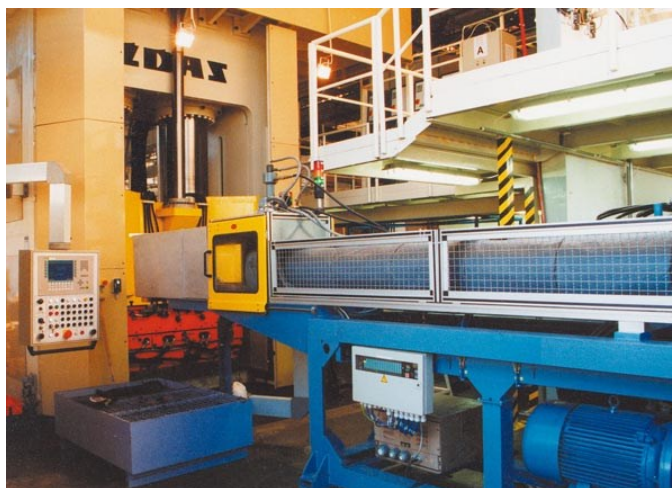
malá. Samotná jednotka má několik mechanismů uzavírání a to od čistě hydraulických po čistě kloubové mechanismy, přičemž se používají i jejich kombinace. [9] [3]



obr. 6.3 Uzavírací systémy lisu

6.3 Lis na výrobu plastových krytů CYAA

Tento lis od firmy ŽDAS je určen pro lisování plastových krytů pro automobilový průmysl. Lis je konstrukčně řešen jako vertikální se svařovanou konstrukcí a je přizpůsoben práci za tepla což znamená, že jeho pracovní části beranu a stojanu jsou upraveny pro vyhřívání. Lis je opatřen celkem čtyřmi válci. Dva válce slouží pro pracovní zdvih a zbylé dva válce jsou zpětné, všechny tyto válce se nacházejí v horní části stojanu. Lis je opatřen synchronizačními válci, které zajišťují rovnoběžný chod beranu a jsou umístěny v dolní části stojanu. Lis je opatřen snímačem polohy beranu a samotný beran se pohybuje v seřiditelném vedení. Pohon lisu je umístěn na horní části stojanu. Pohon lisu je řešen jako kombinovaný. [7]



obr. 6.4 Hydraulický lis CYAA 1800 [7]

6.4 Lis na výrobu izolačních výplní CYA

Tento lis slouží primárně pro lisování izolačních výplní v automobilu a lze jej použít i na jiné technologicky podobné lisovací práce. Lis má konstrukci rámu O. Lis je přizpůsoben práci za tepla což znamená, že jeho pracovní části beranu a stojanu jsou upraveny pro vyhřívání. Na ploše horní poloviny lisu je umístěn samotný hydraulický pohon lisu a jsou zde umístěny i pracovní válce. Ve střední části lisu se nachází pracovní vedení lisu. Lis je opatřen snímačem polohy beranu a plynulou hydraulickou aretací beranu, což umožňuje jeho zajištění v libovolné poloze. Veškeré olejové průsaky jsou svedeny do spodní části lisu tak, aby nedošlo ke kontaktu oleje se zahřátými pracovními nástroji lisu. [8]



obr. 6.5 Hydraulický lis CYA 500 [8]

7 Vývoj kobercové a čalouněné výbavy automobilů

V počátečních dobách vývoje automobilů byly tyto vozy vyráběny převážně kombinací dřeva a oceli. U českého vozu značky Laurin & Klement Voituretta type A byla karoserie tvořena hlavně tvrdým dřevem a pro potahové části bylo užíváno topolové dřevo. Po první světové válce se začal využívat pro potahové části vozidel namísto dřeva plech, který byl lisován do požadovaných tvarů, ale samotná kostra byla tvořena stále hlavně dřevem. Později se začali vyrábět vozidla, která již obsahovala čalounění stropu a celého interiéru. Pro čalounění se využívala kůže, impregnovaná plátna a později se začala využívat umělá kůže.



obr. 7.1 Stropnice Škoda 1000 MB [10]

Na všech vozech byly dříve stropnice vyráběny ručně, přičemž v dnešní době by to bylo neekonomické a tyto díly jsou předem lisovány ze speciálních materiálů, a poté pouze stavebnicově vkládány do vozů. Kobercová výbava se postupem času také vyvíjela. Nejdříve byla pouze v podobě dřevěné, později plechové podlahy. Postupem času byly pro zlepšení interiéru podlahy opatřeny koberci. V dnešní době se používá několik druhů koberců, které jsou přímo určeny pod nohy řidiče a ostatních cestujících z důvodu ochrany samotného koberce vozu. Koberce jsou z materiálu Velur s pogumovanou spodní stranou, poté celogumové které se používají tam, kde dochází k velkému znečišťování (např. terénní vozy). Výplně dveří byly taktéž dříve dřevěné, plechové, později se začali obkládat kůží a umělou kůží, která byla levnější a měla i lepší vlastnosti. [12] [13]

Koberce a izolační prvky

Automobilové koberce jsou lisovány do tvaru podlahy pro snadnou sériovou montáž. Koberce jsou v nejvíce namáhaných místech jako je prostor paty řidiče nebo odkládací plocha vedle spojkového pedálu vyztužena pomocí nalisovaného PVC. Pomocí lisování se také vyrábí izolační prvky, které jsou umístěny pod koberci. Tyto izolační prvky zabraňují vniku tepla a hluku motoru do prostoru pro posádku vozidla. Izolační prvky jsou lisovány z vrstev plstě a těžké neprozvučné fólie. [20] [21] [22]

Stropnice

Stropnice je vyráběna jako celek a do vozu se připevňuje pomocí přichytek na karosérii. Samotná stropnice se skládá z pěti vrstev. První vrstvu tvoří dekor používaný na lící straně, druhá vrstva je ze skelných vláken, další použitá vrstva je z polyuretanové pěny, poté jsou opět použita skelná vlákna a poslední vrstva je z netkané textilie. Takto poskládané vrstvy materiálu jsou lisovány za tepla. Stropnice plní jak dekorativní tak izolační vlastnosti. [20] [21] [22]



obr. 7.2 Stropní panel [11]

Interiérové panely

Tyto panely slouží pro obložení prahů, sloupků a zadních krytů kol. Interiérové panely se vyrábějí z polypropylénu, který je modifikován tlakem. Panely jsou přichytávány pomocí šroubů, popř. zacvakávacích úchytek. [20] [21] [22]

8 Konstrukční řešení lisu

Porovnání otevřeného a uzavřeného rámu

Při konstrukci lisu automobilového vybavení lze použít 2 základní konstrukce lisu a to otevřený (C) a uzavřený (O) rám. Z hlediska tuhosti lisu je jednoznačně vhodnější použít konstrukci s uzavřeným rámem. Nevýhodou uzavřeného rámu oproti rámu otevřenému je dostupnost pracovního prostoru.

Porovnání sloupové a svařované konstrukce

Sloupová konstrukce lisu má výhodu ve snadnější manipulaci s lisem při montáži, jelikož se skládá z několika částí (horní traverza, spodní traverza, sloupy, ...). Nevýhodou této konstrukce je potřeba přesné montáže jednotlivých prvků. Spojení se provádí pomocí šroubů a to buď za tepla, nebo za studena, zde záleží na tom jakou má lis silovou schopnost.

Svařovaná konstrukce má výhodu, že ji tvoří celek svařený z několika částí. Avšak při samotném ustavování stroje je už nevýhodou, že je potřeba manipulovat s celým lisem. U svařované konstrukce je třeba opracovat veškeré činné a opěrné plochy lisu.

Porovnání umístění nádrže

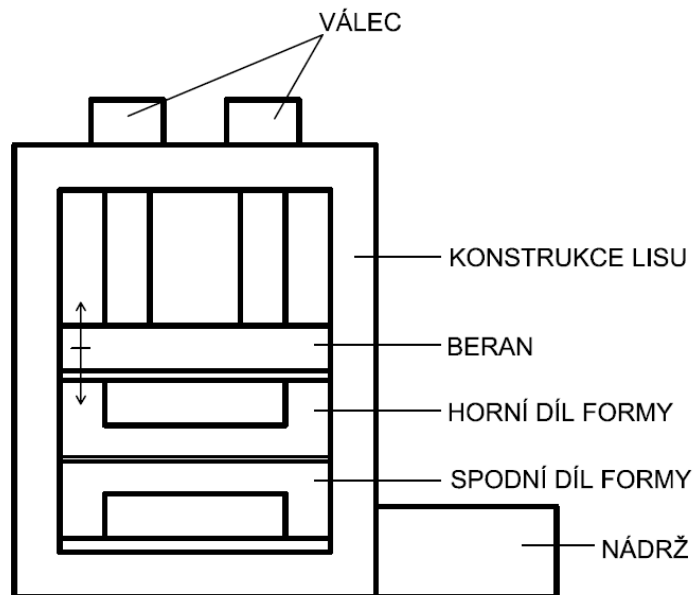
Umístění nádrže vedle lisu má výhodu v dobrém chlazení nádrže, je také výborně dostupná, ale nevýhodou bývá větší zástavná plocha lisu.

Umístění nádrže pod lisem má výhodu v menší zástavné ploše. Nevýhodou tohoto řešení je horší možnost chlazení nádrže a horší přístup k samotné nádrži.

Umístění nádrže nad lisem má výhodu v menší zástavné ploše. Nevýhodou tohoto řešení je horší možnost chlazení nádrže vzhledem k tomu, že pod střechou haly je větší teplo. Horší je i přístup k samotné nádrži. Vzhledem k tomu, že lis je vytápěn může při úniku oleje dojít k jeho vzplanutí. Také je zde nevýhoda, že pokud dojde k úniku hydraulického oleje, může dojít k zalití formy a poté bude potřeba vyčistit.

9 Koncepce hydraulického lisu stropnic

9.1 Koncepce č. 1



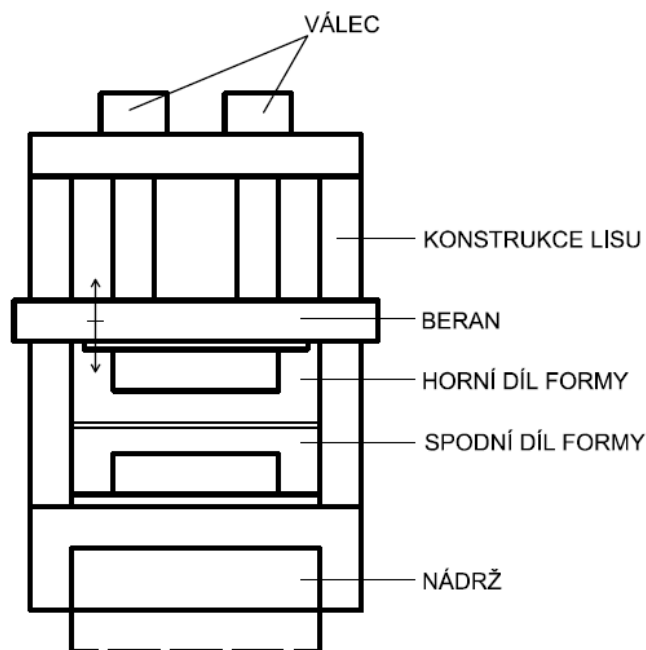
obr. 9.1 Koncepce lisu č.1

- konstrukce rámu – O, stojanová, vertikální, uzavřená
- typ konstrukce – svařovaná
- počet hydraulických válců – 2
- umístění nádrže- vedle lisu
- nutno zajistit bezpečnou horní polohu beranu
- typ stroje- jednoúčelový (pouze lisování různých forem)
- tepelná bilance pohonu- dobrá
- typ pohonu- akumulátorový
- vytápění forem - externí

- pracovní cyklus- nepřetržitý

Počet hydraulických válců jsem zvolil 2, přičemž na jeden válec bude připadat 100 t. Nádrž je umístěna vedle lisu. Výhodou toho je dobré chlazení nádrže, snadný přístup. Nevýhodou je zvětšený zástavné plochy lisu. Tepelná bilance je vzhledem k umístění nádrže a možnostem chlazení dobrá. Pohon lisu je zvolen akumulátorový vzhledem k tomu, že silová schopnost je 200 t, což je mezní hodnota mezi použitím přímého a akumulátorového pohonu. Výhodou akumulátorového pohonu je menší potřebný výkon čerpadel.

9.2 Koncepce č. 2



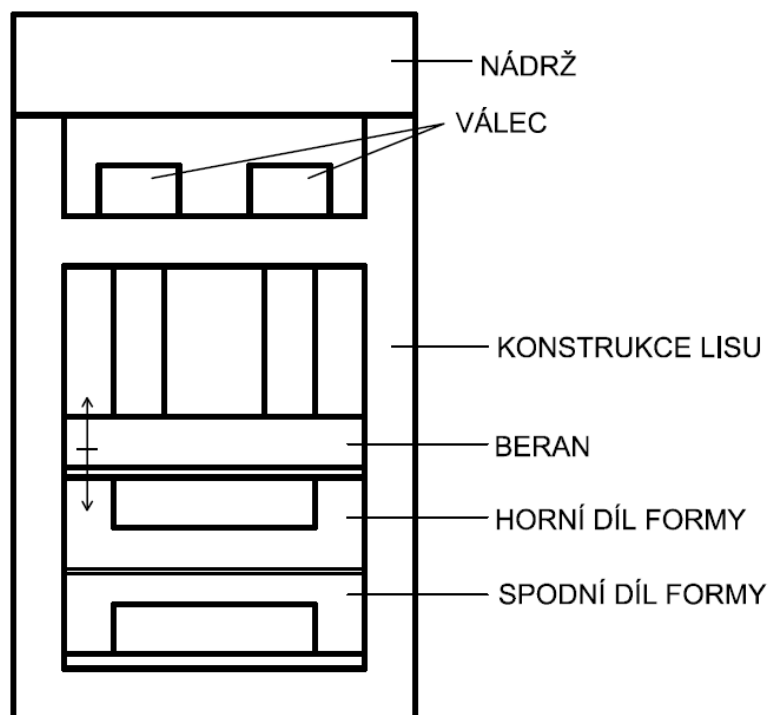
obr. 9.2 Koncepce lisu č.2

- konstrukce rámu – O, sloupová, vertikální, uzavřená
- typ konstrukce – dělená
- počet hydraulických válců – 4
- nutno zajistit bezpečnou horní polohu beranu
- umístění nádrže- pod lisem
- typ stroje- jednoúčelový (pouze lisování různých forem)

- tepelná bilance pohonu- horší
- typ pohonu- přímý
- vytápění forem - externí
- pracovní cyklus- nepřetržitý

Počet hydraulických válců jsem zvolil 4, přičemž na jeden válec bude připadat 50 t, což oproti 1. variantě znamená použití menšího pracovního tlaku, ale nevýhodou je větší počet válců z ekonomického hlediska. Vyšší nároky na ustavení hydraulických válců. Použití více válců zajistí lepší a rovnoměrnější rozložení sil na beran. Nádrž je umístěna pod lisem. Výhodou toho je menší zástavná plocha lisu. Nevýhodou je horší přístup k nádrži a horší chlazení. Tepelná bilance je vzhledem k umístění nádrže a možnostem chlazení horší. Pohon lisu je zvolen přímý vzhledem k tomu, že silová schopnost je 200 t, což je mezní hodnota mezi použitím přímého a akumulátorového pohonu. Výhodou přímého pohonu je větší účinnost, nevýhodou je větší potřebný výkon oproti akumulátorovému pohonu.

9.3 Koncepce č. 3



obr. 9.3 Koncepce lisu č.3

- konstrukce rámu – O, stojanová, vertikální
- typ konstrukce – odlévaná
- počet hydraulických válců – 1
- nutno zajistit bezpečnou horní polohu beranu
- umístění nádrže- nad lisem
- typ stroje- jednoúčelový (pouze lisování různých forem)
- tepelná bilance pohonu- dobrá
- typ pohonu- přímý
- vytápění forem - externí
- pracovní cyklus- nepřetržitý

Odlévaná konstrukce má výhodu celistvosti kusu, avšak nevýhodou je, že odlitek musí být tepelně opracován, aby nedocházelo k pnutí odlitku. Také musí dojít k opracování funkčních ploch lisu. Hydraulický válec jsem zvolil 1, což znamená, že na něj působí celých 200t a pracovní tlak bude největší ze všech uvedených variant. Pístnice bude masivní, aby vydržela pracovní sílu. Nádrž je umístěna nad lisem. Výhodou toho je menší zástavná plocha lisu a dobré chlazení nádrže. Nevýhodou je horší přístup k nádrži. Vzhledem k tomu, že lis je vytápěn může při úniku oleje dojít k jeho vzplanutí. Také je zde nevýhoda, že pokud dojde k úniku hydraulického oleje, může dojít k zalití formy. Tepelná bilance je vzhledem k umístění nádrže a možnostem chlazení dobrá. Pohon lisu je zvolen přímý vzhledem k tomu, že silová schopnost je 200 t, což je mezní hodnota mezi použitím přímého a akumulátorového pohonu. Výhodou přímého pohonu je větší účinnost, nevýhodou je větší potřebný výkon oproti akumulátorovému pohonu.

10 Základní silové a hydraulické výpočty obvodu

Dle zadání má lis splňovat tyto parametry

Silová schopnost lisu 200 t, horní beran pohyblivý (zdvih 900 mm), minimální sevření beranu 450 mm, možnost aretovat beran v horní poloze, rychloposuv $200 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, řiditelná pracovní rychlost $25\text{-}10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, poloha beranu měřena analogickým čidlem, plocha stolu $2,5 \times 1,5 \text{ m}$.

Volba pracovního tlaku

Pracovní tlak volím 25 Mpa.

Výpočet velikosti hydraulického válce

Jelikož je silová schopnost lisu 200t a pro realizaci byla vybrána varianta lisu se 4 hydromotory, působí na jeden válec síla 490500 N.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 490500}{\pi \cdot 25}} = 158,05 \text{ mm} \quad (10.1)$$

Volím hydraulický válec o průměru pístu 160 mm.

Volím pístnici o průměru 145 mm.

10.1 Návrh průtoku a výkonu HG

Pohyb rychloposuvem dolů

Silová schopnost při pohybu lisu dolů rychloposuvem je 0,5 t na 1 válec. Rychlost je dle zadání $200 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Plná plocha válce S_1

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,16^2}{4} = 0,0201 \text{ m}^2 \quad (10.2)$$

Tlak na válci

$$p = \frac{F}{S_1} = \frac{0,5 \cdot 1000 \cdot 9,81}{0,0201} = 244029 \text{ Pa} = 0,244 \text{ MPa} \quad (10.3)$$

Potřebný průtok pro 4 válce

$$Q = S_1 \cdot v \cdot 4 = 0,0201 \cdot 0,2 \cdot 4 = 0,0168 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 965 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (10.4)$$

Potřebný výkon pro 4 válce

$$P = p \cdot Q = 244029 \cdot 0,0168 = 4099,6 \text{ W} = 4 \text{ kW} \quad (10.5)$$

Pohyb pracovní rychlostí dolů $v=25 \text{ mm.s}^{-1}$

Silová schopnost při pohybu lisu dolů danou rychlostí je 20 t na 1 válec. Rychlost je dle zadání 25 mm.s^{-1} .

Tlak na válci

$$p = \frac{F}{S_1} = \frac{20 \cdot 1000 \cdot 9,81}{0,0201} = 9761194 \text{ Pa} = 9,76 \text{ MPa} \quad (10.6)$$

Potřebný průtok pro 4 válce

$$\begin{aligned} Q &= S_1 \cdot v \cdot 4 = 0,0201 \cdot 0,025 \cdot 4 = 2,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ &= 120,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned} \quad (10.7)$$

Volím průtok na čerpadle $120 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$.

Potřebný výkon pro 4 válce

$$P = p \cdot Q = 9761194 \cdot 2,01 \cdot 10^{-3} = 19620 \text{ W} = 19,62 \text{ kW} \quad (10.8)$$

Pohyb pracovní rychlostí dolů $v=10 \text{ mm.s}^{-1}$

Silová schopnost při pohybu lisu dolů danou rychlostí je 50 t na 1 válec. Rychlost je dle zadání 10 mm.s^{-1} .

Tlak na válci

$$p = \frac{F}{S_1} = \frac{50 \cdot 1000 \cdot 9,81}{0,0201} = 24402985 \text{ Pa} = 24,4 \text{ MPa} \quad (10.9)$$

Potřebný průtok pro 4 válce

$$\begin{aligned} Q &= S_1 \cdot v \cdot 4 = 0,0201 \cdot 0,010 \cdot 4 = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ &= 48,24 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned} \quad (10.10)$$

Potřebný výkon pro 4 válce

$$P = p \cdot Q = 24402985 \cdot 8,04 \cdot 10^{-4} = 19620 \text{ W} = 19,62 \text{ kW} \quad (10.11)$$

Pohyb nahoru

Při pohybu nahoru je rychlost posuvu limitována průtokem čerpadla, který jsem zvolil $120 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$.

Plocha mezikruží válce S_2

$$S_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (0,16^2 - 0,145^2)}{4} = 3,593 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (10.12)$$

Rychlost pohybu nahoru

$$v = \frac{Q}{S_2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{2,01 \cdot 10^{-3}}{3,593 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1}{4} = 0,140 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 140 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1} \quad (10.13)$$

Za průtok jsem dosadil hodnotu maximálního průtoku hydrogenerátorem.

Tlak na mezikruží

$$p = \frac{F}{S_1} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 9,81}{3,593 \cdot 10^{-3}} = 5460617 \text{ Pa} = 5,46 \text{ MPa} \quad (10.14)$$

Jelikož při pohybu nahoru válec zvedá pouze beran, dosadím za sílu působící na mezikruží hmotnost beranu, která je 8 t. Na 1 válec tedy 2 t.

Potřebný výkon pro 4 válce

$$P = p \cdot Q = 5460617 \cdot 2,01 \cdot 10^{-3} = 10975 \text{ W} = 10,9 \text{ kW} \quad (10.15)$$

Na základě vypočítaných hodnot volím elektromotor AC MOTOREN FCMP 180L-4/HE

Parametry viz. specifikace prvků.

10.2 Volba HG

Výpočet V_g

$$V_g = \frac{Q_g}{n} = \frac{120}{1470} = 0,0816 \text{ dm}^3 = 81,6 \text{ cm}^3 \quad (10.16)$$

Volím HG PARKER PV080R1K1T1NUPM o $V_g = 80 \text{ cm}^3$

Skutečný průtok

$$Q_{olsk.} = V_g \cdot n = 0,08 \cdot 1470 = 118 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (10.17)$$

10.3 Tepelný výpočet

Jelikož neznáme veškeré podmínky provozu, v němž bude umístěn hydraulický agregát, je tepelný výpočet orientační s tím, že je cílem výpočtu se přiblížit ke skutečným hodnotám.

Počet čerpadel	[ks]		1
Velikost nádrže	[dm ³]		750
Teplota okolí	[°C]		35
Pracovní tlak	[MPa]		25
Průtok	[dm ³ .min ⁻¹]		120
Časový faktor čerpadla	[0-1]		0,2
povrch nádrže a potrubí	[m ²]		4,5
součinitel prostupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]		10
Ustálená teplota oleje max	[°C]		50
Ustálená teplota oleje min	[°C]		45
Tlak spád na prvcích	[MPa]		1
Časový faktor prvků	[0-1]		0,5
Počet prvků	[ks]		4
Teplo přiváděné z venku	[kW]		10
Účinnost čerpadla průtoková	[-]		0,9
Hmotnost kovových částí	[kg]		500
Měrné skupenské teplo kovu	[J.Kg ⁻¹ .K ⁻¹]		450
Měrné skupenské teplo kap.	[J.Kg ⁻¹ .K ⁻¹]		1800
Hustota kapaliny	[kg.m ⁻³]		890
Počáteční teplota oleje	[°C]		18
Voda vstup do chladič	[°C]		25
Vody výstup z chladiče	[°C]		29
součinitel tepla chladič	[W.m ⁻² .K ⁻¹]		300
Měrné skupenské teplo voda	[W.m ⁻² .K ⁻¹]		4180
ČASOVÁ KONSTANTA	[s]		31700,00
Velikost lékařů	[dm ³ .min ⁻¹]		12
Teplo z provozu HG	[kW]		1,000
Teplo přivedené prvky	[kW]		4,00
Celkový ztrátový výkon	[kW]		15,00
Ustálená teplota	[°C]		368,3
Teplo odvedené nádrží	[kW]		1,44
Chlazený výkon	[kW]		13,56
Doba ohřátí oleje na teplotu	50 min		50,6
Střední teplotní spád	[°C]		22,94
Teplosměnná plocha	[m ²]		1,97
Průtok vody	[dm ³ .min ⁻¹]		48,66
	z [°C]	na [°C]	za [min]
Doba ohřívání z teploty	45	50	8,2
Doba chlazení z teploty	50	45	89,8

tab. 10.1 tepelný výpočet [14]

Časová konstanta

$$T = \frac{m_{oc} \cdot c_{oc} + V_{ol} \cdot c_{ol} \cdot \rho_{ol}}{K \cdot S_n} = \frac{500 \cdot 450 + \frac{750}{1000} \cdot 1800 \cdot 890}{10 \cdot 4,5} = 31700 \text{ s} \quad (10.18)$$

$$= 8,8 \text{ hod}$$

Velikost lekáže

$$Q_{lek} = \alpha \cdot Q_g \cdot (1 - \eta_{Qhg}) = 1 \cdot 120 \cdot (1 - 0,9) = 12 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (10.19)$$

Teplo z provozu HG

$$\Phi_{HG} = \alpha \cdot Q_{lek} \cdot p \cdot \frac{10}{600} \cdot \beta_{\xi} = 1 \cdot 12 \cdot 25 \cdot \frac{10}{600} \cdot 0,2 = 1 \text{ kW} \quad (10.20)$$

Teplo přivedené prvky

$$\Phi_{PR} = i_{PR} \cdot Q_g \cdot \Delta p_{PR} \cdot \frac{10}{600} \cdot \beta_{PR} = 4 \cdot 120 \cdot 1 \cdot \frac{10}{600} \cdot 0,5 = 4 \text{ kW} \quad (10.21)$$

Celkový ztrátový výkon

$$\Phi_z = \Phi_{HG} + \Phi_{PR} + \Phi_{okolí} = 1 + 4 + 10 = 15 \text{ kW} \quad (10.22)$$

Ustálená teplota

$$t_{ust} = t_{okolí} + \frac{\Phi_z}{K \cdot S_n} = 35 + \frac{15 \cdot 1000}{10 \cdot 4,5} = 368,3 \text{ °C} \quad (10.23)$$

Teplo odvedené nádrží

$$\Phi_n = (t_{max} - t_{poč.oleje}) + K \cdot S_n = (50 - 18) + \frac{10 \cdot 4,5}{1000} = 1,44 \text{ kW} \quad (10.24)$$

Chlazený výkon

$$\Phi_{CH} = \Phi_z - \Phi_n = 15 - 1,44 = 13,56 \text{ kW} \quad (10.25)$$

Doba na ohřátí oleje na $t_{max}=50 \text{ °C}$

$$\begin{aligned} \tau_{max} &= T \cdot \ln \frac{(t_{ust} - t_{poč.oleje})}{(t_{ust} - t_{max})} = 31700 \cdot \ln \frac{(368,3 - 18)}{(368,3 - 50)} = 3036 \text{ s} \\ &= 50,6 \text{ min} \end{aligned} \quad (10.26)$$

Střední teplotní spád

$$t_{stř} = \frac{t_{CH\ v\acute{y}s} - t_{CH\ vs}}{\ln \frac{t_{max} - t_{CHvs}}{t_{max} - t_{CHv\acute{y}s}}} = \frac{29 - 25}{\ln \frac{50 - 25}{50 - 29}} = 22,9\ ^\circ C \quad (10.27)$$

Teplosměnná plocha chladiče

$$S_{CH} = \frac{\Phi_{CH}}{K_{ch} \cdot t_{stř}} = \frac{13,56 \cdot 1000}{300 \cdot 2,9} = 1,97\ m^2 \quad (10.28)$$

Průtok vody chladičem

$$Q_{CH} = \frac{\Phi_{CH}}{C_v \cdot \rho_v \cdot (t_{CHv\acute{y}s} - t_{CHvs})} = \frac{13,56 \cdot 1000 \cdot 60000}{4180 \cdot 1000 \cdot (29 - 25)} \quad (10.29)$$
$$= 48,6\ l \cdot min^{-1}$$

Doba ohřívání z teploty 45°C na 50°C

$$\tau_{ohřev} = T \cdot \ln \frac{(t_{ust} - t_{min})}{(t_{ust} - t_{max})} = 31700 \cdot \ln \frac{(368,3 - 45)}{(368,3 - 50)} = 492\ s = 8,2\ min \quad (10.30)$$

Doba zchlazení z teploty 50°C na 45°C

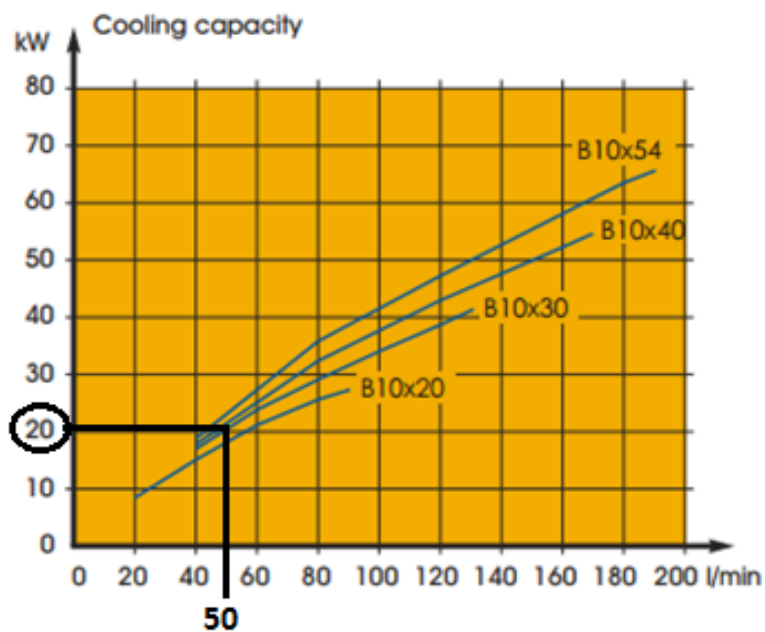
$$\tau_{chlaz.} = T \cdot \ln \frac{(t_{max} - t_{poč.oleje})}{(t_{min} - t_{poč.oleje})} = 31700 \cdot \ln \frac{(50 - 18)}{(45 - 18)} = 5388\ s \quad (10.31)$$
$$= 89,8\ min$$

10.4 Volba chladiče

Průtok oleje chladičem

Pro dobrou filtraci oleje je potřeba celý objem nádrže přefiltrovat (4-6 krát) za hodinu. Volím přefiltrování nádrže 4 krát za hodinu.

$$Q_{ol.ch.} = V_{ol} \cdot \frac{4}{60} = 750 \cdot \frac{4}{60} = 50\ dm^3 \cdot min^{-1} \quad (10.32)$$



obr. 10.1 Chladicí výkon [15]

Na základě vypočítaných parametrů volím vodní chladič OLAER PWO B10x30.

Využití chladicího výkon

$$\Phi = \frac{\Phi_{CH}}{\Phi_{CH sk.}} = \frac{13,56}{20} \cdot 100 = 67,8\% \quad (10.33)$$

10.5 Volba pomocného HG

Výpočet V_g hydrogenerátoru chlazení

Volím otáčky elektromotoru $n = 1400 \text{ ot.min}^{-1}$

$$V_g = \frac{Q_{ol.ch.}}{n} = \frac{50}{1400} = 0,0357 \text{ dm}^3 = 35,7 \text{ cm}^3 \quad (10.34)$$

Volím HG o objemu $V_g = 35,2 \text{ cm}^3$.

Skutečný průtok

$$Q_{ol.sk.} = V_g \cdot n = 0,0352 \cdot 1400 = 49,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad (10.35)$$

Hydraulický výkon

$$P = Q_{ol.sk.} \cdot \Delta p = 49,3 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{60000} = 821 \text{ W} = 0,821 \text{ kW} \quad (10.36)$$

Tlakový spád na filtraci volím 1 MPa

Volím elektromotor AC MOTOREN FCA L-4 o výkonu 1,5 kW.

10.6 Výpočet světlostí potrubí

V kapitole je proveden vzorový výpočet některých světlostí potrubí.

Kapalina	Tlak (MPa)	Umístění potrubí	Rychlost průtoku (m.s ⁻¹)	Poznámka
Olej		sací větev	0,5 ... 1 1 ... 1,5	hydrogenerátor do 0,5 m nad nádrží hydrogenerátor ponořený v nádrží, hydrogenerátor pod nádrží
		zpětná větev	1,5 ... 2	z důvodu hlučnosti
	5	tlaková větev	3,5 ... 4	
	10		4,5 ... 5	
	20		5,5 ... 6,5	
	32		7 ... 8	
Voda	20	tlaková větev	8 ... 10	zdroj tlaku akumulátor
		plnicí větev	3 ... 4	zdroj tlaku hydrogenerátor
		zpětná větev	3 ... 4	

obr. 10.2 Rychlost proudění hydraulickými prvky [16]

Sací potrubí hlavního hydrogenerátoru

Průtok hydrogenerátorem je 120 dm³.min⁻¹. Rychlost proudění je zvolena 1 m.s⁻¹ jelikož je hydrogenerátor nad nádrží.

$$D_p = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{0,002 \cdot 4}{\pi \cdot 1}} = 0,0504 \text{ m} = 50,4 \text{ mm} \quad (10.37)$$

Volím potrubí o světlosti 50 mm.

Sací potrubí pomocného hydrogenerátoru

Průtok hydrogenerátorem je 49,3 dm³.min⁻¹. Rychlost proudění je zvolena 1,5 m.s⁻¹ jelikož je hydrogenerátor ponořený v nádrží.

$$D_p = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{8,22 \cdot 10^{-4} \cdot 4}{\pi \cdot 1,5}} = 0,0264 \text{ m} = 26,4 \text{ mm} \quad (10.38)$$

Volím potrubí o světlosti 29 mm.

Výtlačné potrubí pomocného hydrogenerátoru

Průtok hydrogenerátorem je $49,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. Rychlost proudění je zvolena $3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$D_p = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{8,22 \cdot 10^{-4} \cdot 4}{\pi \cdot 3,5}} = 0,0172 \text{ m} = 17,2 \text{ mm} \quad (10.39)$$

Volím potrubí o světlosti 18 mm.

Výtlačné potrubí hlavního hydrogenerátoru

Průtok hydrogenerátorem je $120 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. Rychlost proudění je zvolena $6,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$D_p = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{0,002 \cdot 4}{\pi \cdot 6,5}} = 0,0215 \text{ m} = 21,5 \text{ mm} \quad (10.40)$$

Volím potrubí o světlosti 32 mm vzhledem k připojovacím rozměrům hydrogenerátoru.

11 Návod na obsluhu a údržbu

11.1 Popis lisu

Hydraulický lis je konstrukčně řešen jako 0 rám, svařované konstrukce, který má nádrž umístěnou nad lisem. Hydraulický agregát je tvořen těmito základními prvky. Ocelová nádrž (1), která má objem 750 L. nádrž je osazena optickým stavoznakem (3), elektrickým stavoznakem (13), snímačem teploty (14), hlavním elektromotorem (26) s hlavním hydrogenerátorem (29), hlavním rozvodným blokem s ventily (32), pomocným blokem válců s ventily (45), vzduchovými filtry (4,5), pomocným elektromotorem (22) s hydrogenerátorem (25), odpadním filtrem (7) a chladičem (9). Hlavní elektromotor (26)

pohání hlavní hydrogenerátor (29), který vhání talkovou kapalinu do obvodu. Ten je odlehčen ventilem (31-Y5). Po sepnutí ventilu (31-Y5) je tlaková kapalina hnána do hlavního rozvodného bloku (32). Při základní poloze hlavních směrových ventilů (34) protéká kapalina skrze pojistný blok (31-Y5).

11.2 Popis funkce obvodu

Pohyb beranu dolů rychloposuvem

Rychlost rychloposuvu směrem dolů je dle zadání stanovena na 200 mm/s. Pro pohyb rychloposuvem je zapotřebí přestavět několik rozváděčů. Odlehčovací ventil (31-Y5) musí být sepnut, aby nedocházelo k přepouštění kapaliny. Přestavením rozváděče (21-Y2) dojde k odlehčení vestavného ventilu (34) a kapalina začne proudit do děliče průtoku (44) a poté do samotných hydraulických válců (49). Při samotném pohybu dolů musí být také sepnut rozváděč (41-Y6), který zde plní funkci dekomprese a v sepnutém stavu udržuje vestavný ventil (36) v uzavřené poloze. Pomocný blok válců (45) zabezpečuje hydraulické válce před samovolným vysunutím. Při přestavení rozváděče (47-Y8;Y9) dojde k odlehčení vestavného ventilu (46) a kapalina proudí přes dělič průtoku (43) až do vestavného ventilu rychloposuvu (39), který je řízen rozváděčem (21-Y7), který se při jeho sepnutí přestaví a odlehčí vestavný ventil (39), který kapalinu přepustí do nádrže. Rychlost rychloposuvu se nastavuje na vestavném ventilu (39). Jelikož čerpadlo nemá potřebný průtok pro dosažení rychlosti rychloposuvem je zapotřebí, aby byl přestaven plnicí ventil (21-Y3), který řídí přísávací ventil (42). Přes plnicí ventil si samovolně přísávají válce kapalinu z nádrže pro dosažení potřebného průtoku pro rychloposuv. Všechny ostatní rozváděče jsou v základní poloze.

Pohyb beranu říditelnou pracovní rychlostí

Rychlost pracovního pohybu je dle zadání stanovena na 10-25 mm/s. Pro pohyb říditelnou pracovní rychlostí je zapotřebí přestavět několik rozváděčů. Odlehčovací ventil (31-Y5) musí být sepnut, aby nedocházelo k přepouštění kapaliny. Přestavením rozváděče (21-Y2) dojde k odlehčení vestavného ventilu (34) a kapalina začne proudit do děliče průtoku (44) a poté do samotných hydraulických válců (49). Při samotném pohybu dolů musí být také sepnut rozváděč (41-Y6), který zde plní funkci dekomprese a v sepnutém stavu udržuje vestavný ventil (36) v uzavřené poloze. Pomocný blok válců (45) zabezpečuje hydraulické válce před samovolným vysunutím. Při přestavení rozváděče (47-

Y8;Y9) dojde k odlehčení vestavného ventilu (46) a kapalina proudí přes dělič průtoku (43) až do vestavného ventilu (37), který slouží k řízení rychlosti pracovního posuvu. Rychlost pohybu je řízena pomocí pojistných ventilů (50,52), na nichž je nastaven rozdílný tlak, který zajišťuje pohyb danou rychlostí. Pokud je rozváděč (53-Y4) ve výchozí poloze, pak je rychlost pohybu nižší jelikož je řízena pojistným ventilem (50). Pokud dojde k přestavení rozváděče (53-Y4) je rychlost pohybu vyšší a je řízena pojistným ventilem (52). Po překročení nastaveného tlaku na pojistných ventilech (50,52) dojde k odlehčení vestavného ventilu (37) a kapalina se přepouští do nádrže. Všechny ostatní rozváděče jsou v základní poloze.

Zalisování

Při zalisování dochází k vyvinutí maximálního pracovního tlaku na hydraulických válcích. Délka samotného zalisování je stanovena technologickými požadavky na lisování daných automobilových komponentů. Při zalisování je sepnut rozváděč (41-Y6), který zde plní funkci dekomprese a v sepnutém stavu udržuje vestavný ventil (36) v uzavřené poloze. Všechny ostatní rozváděče jsou v základní poloze.

Dekomprese

Po zalisování je potřeba provést dekompresi. Jelikož je olej ve válci a v potrubí natlakovaný na maximální hodnotu je potřeba tento tlak odpustit. Pokud by tlak nebyl upuštěn přes dekompresní ventil, a došlo by ke zpětnému chodu válce bez dekomprese, mohlo by dojít k silnému rázu v potrubí a rozváděčích, které by tento ráz mohl poškodit. Samotnou dekompresi provede vestavný ventil (36), který je ovládán rozváděčem (41-Y6). Pomocí nastavení zdvihu vestavného ventilu (35) se nastavuje rychlost dekomprese. Při dekompresi jsou všechny ostatní rozváděče v základní poloze.

Pohyb beranu nahoru

Pro pohyb říditelnou pracovní rychlostí je zapotřebí přestavět několik rozváděčů. Odlehčovací ventil (31-Y5) musí být sepnut, aby nedocházelo k přepouštění kapaliny. Přestavením rozváděče (21-Y1) dojde k odlehčení vestavného ventilu (34) a kapalina začne proudit do dělice průtoku (43) a poté přes pomocný blok válců (45) do samotných hydraulických válců (49). Z hydraulických válců se kapalina dostává do dělice průtoku (44). Rychlost pohybu nahoru je ovládána pomocí přísávacího ventilu (42), který je řízen rozváděčem (21-Y3). Pokud je přísávací ventil (42) otevřen, pak je rychlost pohybu beranu větší, pokud není přísávací ventil (42) otevřen, dochází k přepouštění kapaliny do nádrže

přes vestavný ventil dekomprese (36) a pohyb beranu je pomalý. Všechny ostatní rozváděče jsou v základní poloze.

Zajištění beranu

Jakmile se beran lisu dostane do horní polohy, dojde k jeho aretaci pomocí bloku aretace. Přestavením rozváděče (55-Y11) dojde k vysunutí pomocného válce aretace beranu a beran je zajištěn proti pohybu. Přestavením rozváděče (55-Y12) dojde k zasunutí pomocného válce aretace beranu a s beranem je opět možno manipulovat. Zabezpečení samovolného zasunutí válce aretace beranu zajišťuje blok hydraulického zámku (57) a rychlost aretace je řízena pomocí škrticího bloku (56).

11.3 Obsluha a údržba

- Před každým použitím hydraulického agregátu provést vizuální kontrolu hladiny kapaliny v nádrži a spustit elektromotor pohonu čerpadla pouze v případě, že ryska stavu kapaliny je nad středovou hodnotou ukazatele hladiny.
- Hydraulický agregát se spouští zapnutím přepínače hlavního elektrorozvaděče. Další ovládání probíhá v řídicím systému.
- Tlak v hydraulickém okruhu je nastavitelný na hydrogenerátoru dle požadovaných parametrů.
- Obvod je vybaven snímači teploty (14). Snímače teploty slouží pro kontrolu teplotního stavu kapaliny v nádrži. Snímač ST1 je nastaven na 60°C vyše signál havarijního stopu. Vypne se motor M1. Snímač ST2 je nastaven na 50°C a otevírá vstup vody do chladiče přes vodní ventil (10-Y10).
- V případě poruchy funkce hydraulického agregátu je nutné se spojit s dodavatelem a požádat jej o odstranění poruchy. S ohledem na seřízení výstupních parametrů se nedovoluje manipulovat s regulačními šrouby tlakové a průtokové regulace. Provozovatel zařízení může přes čerpadlový agregát

opatřený filtrem doplňovat kapalinu v nádrži, případně vyměnit hadice jestliže jeví známku průsaku. Hadice je nutné nejpozději po uplynutí 3 let vyměnit.

- Provozovatel doplňuje a pravidelně vyměňuje hydraulický olej min. 1x ročně. Při této výměně provede také výměnu filtrační vložky.
- Hydraulický agregát má zabudované snímání hladiny – dosažení hladiny MIN1 neprovede žádnou akci, pouze začne blikat kontrolka porucha, dosažení hladiny MIN2 vypne elektromotor a kontrolka porucha permanentně svítí.

11.4 Technické údaje

Výkon elektromotoru	22 kW
Pracovní tlak v hydraulickém systému (rychloposuv/lisování)	25 MPa
Max. průtok kapaliny (rychloposuv/lisování)	120 dm ³ min ⁻¹
Pracovní kapalina minerální olej HLP VG 46	750 dm ³
Rozsah teploty kapaliny v nádrži	5-60 °C
Napětí elektrické soustavy	400 VAC 50 Hz

11.5 Materiál a provedení hydraulického agregátu

Většina dílčích montážních dílů agregátu je vyrobena z konstrukčních ocelí třídy 11 a 12. Povrchová ochrana agregátu je provedena nátěrem.

11.6 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při používání hydraulického agregátu je nutné dodržet tyto zásady:

- Obsluha musí být seznámena s návodem k použití a musí být proškolená v oblasti hydraulických zařízení.

- Obsluze není dovoleno samovolně seřizovat nastavené parametry hydraulického agregátu bez předběžné konzultace s dodavatelem.
- Dbát na to, aby agregát nebyl zbytečně v chodu, pokud to není potřeba.
- Při demontáži hadic nebo výměně potrubních spojů a trubek dbát na čistotu odkládacího prostoru a vyloučit zanesení nečistot do potrubního systému (zátkovat otevřený obvod).

11.7 Objednávání náhradních dílů

V objednávce je nutné dle přiložené specifikace výrobní dokumentace uvést:

- název výrobku
- typové označení
- počet kusů
- číslo pozice na sestavném výkrese
- termín dodávky a způsob konzervace

11.8 Dodávka a záruky

Hydraulický agregát je dodáván ve smontovaném stavu s náplní a potrubním rozvodem s parametry nastavenými v průvodní dokumentaci.

Součástí dodávky je průvodní dokumentace:

- Návod k použití
- Prohlášení o shodě
- Protokol o tlakové zkoušce

- Funkční schéma a specifikace hydraulických prvků

11.9 Poruchy

Porucha - Elektromotor se netočí

Příčiny a řešení

Není elektrický proud, není zapnutý hlavní vypínač, není zapnuto ovládací napájení, nebo vypadnul jistič nebo motorová ochrana. Nebo vypršel čas a elektromotor vypnulo časové relé. Zkontrolujte vyjmenované příčiny a případně odstraňte závadu.

Porucha - Elektromotor se točí, ale nedostáváme žádný tlak

Příčiny a řešení

Zřejmě nemáte splněnou jednu z těchto podmínek. Zkontrolujte směr otáčení elektromotoru, zkontrolujte nastavení pojistného ventilu, šroubovákem zatlačte na nouzové ovládání elektromagnetu rozváděče.

12 Hodnocení rizik

Účelem hodnocení rizik je stanovit veškerá rizika v daném podniku a to tak, že se zhodnotí rizika na všech pracovištích a prostorech. Na základě hodnocení rizik zaměstnavatel přijme opatření pro eliminaci rizika. Výsledné hodnoty charakterizující rizika v podniku a určí místa s nejrizikovějšími místy, ve kterých je třeba přijmout vhodná opatření. [23]

Postup hodnocení rizik

- Vytvoření seznamu míst a pracovních prostorů

Jedná se o tabulkovou formou zpracovaný seznam veškerých pracovních prostorů, technologií, objektů. V seznamu se uvádí veškeré prostory od umývárny, pozemní komunikace, sklepní prostory atd. Na základě tohoto seznamu je vypracován seznam činností, které jsou na daných pozicích prováděny. Tento seznam je vypracován buďto samostatně, nebo je přiřazen přímo k danému pracovišti. Na pracovištích může být prováděno i více činností. [23]

- **Identifikace nebezpečí**

Pro danou pracovní pozici a pracovní činnost je určeno jaká rizika, krizové situace a nebezpečí se zde vyskytují. Toto hodnocení se provádí na základě výsledků šetření pracovních úrazů, zkušeností zaměstnanců a drobných úrazů, které se na pracovišti staly. [23]

- **Stanovení rizik a jejich důsledek**

Na základě hodnocení rizik je posuzována závažnost a důsledky které může mít konkrétní havárie a uvažuje se, s jakou pravděpodobností může k havárii dojít. Všechny situace, které mohou nastat, se dle reálného možného poškození rozdělují do čtyř stupňů, které udávají jejich možné důsledky. [23]

Stupeň	Důsledek	Popis důsledku (závažnosti)
1	Zanedbatelný	Poranění bez pracovní neschopnosti; zanedbatelná porucha systému; vzniklá škoda nepřevyšuje částku 10 tis. Kč, výpadek výroby je menší než 1 den
5	Významný	Úraz s pracovní neschopností, bez trvalých následků; drobné poškození systému; výše vzniklé škody se pohybují v rozmezí 10 - 500 tis. Kč; výpadek výroby je 1 den až 2 týdny
10	Kritický	Úraz s trvalým následkem (těžký úraz), vyžaduje dlouhodobé léčení, nemoc z povolání; rozsáhlé poškození systému, ztráty ve výrobě, velké finanční ztráty, škoda se pohybuje v rozmezí 500 tis. až 5 mil. Kč; výpadek výroby je 2 týdny až 4 měsíce
15	Katastrofický	Smrtelný úraz, úplné zničení systému, nenahraditelné ztráty; značná poškození / zničen systém; výše škody přesahuje 5 mil. Kč; výpadek výroby je delší než 4 měsíce

tab. 12.1 Hodnocení stupně závažnosti možného zranění nebo škody [23]

Stupeň	Pravděpodobnost	Frekvence vzniku	Čas působení
1	Málo pravděpodobné	Nesetkal jsem se s tímto případem, ale vím, že k němu může dojít; prakticky se výskyt událostí za dobu života systému blíží 0	velmi malé ohrožení
5	Pravděpodobné	Jev vznikne někdy během života systému, znám obdobné případy; jedná se spíše o náhodný výskyt	Malé ohrožení
10	Velmi pravděpodobné	K poranění při sledování nebezpečných událostí již došlo; jedná se o časté ohrožení	Časté ohrožení
15	Vysoce pravděpodobné	K poranění při sledování situací dochází často; je pravděpodobný opakovaný výskyt událostí, nepřetržité ohrožení,	Nepřetržité ohrožení

tab. 12.2 Stanovení pravděpodobnosti vzniku nebezpečné události [23]

- **Zhodnocení rizika**

Riziko poškození zdraví je dáno součinem pravděpodobnosti a důsledku rizika.

$$riziko = pravděpodobnost \cdot důsledek$$

Zhodnocení rizika spočívá ve vyhodnocení, zda je riziko zanedbatelné nebo zda je kvůli velkému riziku zapotřebí přijmout opatření.

Riziko	Řešení
větší než 150	Vyžaduje okamžité odstranění
v rozsahu 75 - 150	Odstranění v termínu stanoveném podle charakteru nebezpečí
v rozsahu 15 - 75	Vyžaduje zvýšenou pozornost
menší než 15	Přijatelná úroveň

tab. 12.3 Zhodnocení rizika [23]

- **Opatření proti rizikům**

Prevence opatření proti rizikům vychází z podstaty daného rizika. Opatřeními je třeba odstranit nebo eliminovat zdroje nebezpečí tak, aby riziko pro zaměstnance bylo co nejmenší. Eliminace rizik se provádí změnou technologie výroby, odsunutím rizika dále od pracovníka, vybavením pracoviště světelnými závorami, které brání vstupu pracovníku do nebezpečného prostoru stroje a používáním osobních ochranných pomůcek. [23]

- **Pravidelné hodnocení rizik**

K hodnocení rizik dochází pravidelně a to ve lhůtách, které jsou stanoveny provozovatelem nebo výrobcem. Hodnocení rizik se provádí před uvedením nového stroje do provozu, po úraze popř. nehodě, na základě zjištění nedostatku inspekci práce nebo jiného oprávněného orgánu, při organizačních změnách na pracovišti. [23]

Přehled ohrožených profesí

- Obsluha lisu
- Strojník
- Provozní elektrikář
- Zámečnick (Seřizovač)
- Mechanik elektronických zařízení

Přehled použitých zkratk a norem

ČSN 1050 - Bezpečnost strojních zařízení. Zásady pro stanovení rizikovosti.

OOPP – Osobní ochranné pracovní pomůcky.

ČSN 33 2550 - Jeřáby a zdvihadla. Projektování a konstruování. Společná ustanovení. Předpisy pro elektrická zařízení.

NV č. 378/2001 Sb. - Nařízení vlády, která stanovuje bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí.

ČSN 33 2000-4-41 - Elektrické instalace nízkého napětí. Ochranné opatření pro zajištění bezpečnosti. Ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Opatř. výk. řed. 29/2002 – Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu kterou se stanoví požadavky na měřicí přístroje, označované značkou EHS.

NV č. 101/2005 Sb. – Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí.

NV č. 11/2002 Sb. - Nařízení vlády, kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů.

NV č. 495/2001 Sb. - kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků.

NV č. 182/1999 Sb. - Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení.

NV č. 175/1997 Sb. - Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na jednoduché tlakové nádoby.

ČÚBP č.18/1979Sb. – Vyhláška českého úřadu bezpečnosti práce která určuje vyhrazená tlaková zařízení a stanovuje některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti.

ČSN EN 792 (239060) - Neelektrické ruční nářadí - Bezpečnostní požadavky na řezací a lemovací nářadí pohaněné stlačeným vzduchem nebo hydraulickou kapalinou.

ČSN EN 33 2000-3 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Stanovení základních charakteristik.

ČSN EN 33 2000-5-51 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Výběr a stavba elektrických zařízení. Všeobecné předpisy.

Bezpečnostní pokyny - Všeobecné bezpečnostní pokyny pro zaměstnance. Zakázané činnosti a všeobecné zákazy.

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Důsledek			
Ohrožení nebezpečnými částmi zařízení	Všichni zaměstnanci	Schází nebo jsou poškozeny kryty nebo zábrany zařízení	Úraz při obsluze zařízení	12	3	4	Nežádoucí	Oprava nebo doplnění chybějících krytů a zábran	ČSN 332550, Bezpečnostní pokyny, ČSN 1050
Materiál, předměty	Všichni zaměstnanci	Úraz při pohybu	Zranění způsobená ostrými povrchy, hranami a rohy	6	3	2	Mírné	Poskytování OOPP, označení a zvýraznění vyčnívajících předmětů	NV č. 11/2002 Sb NV č. 101/2005 Sb.,
Ruční nářadí	Zámečnick	Uvolnění násada kladiva, opotřebovaný klíč (vysmknutí)	Úraz při manipulaci s nářadím	4	2	2	Mírné	Poskytování OOPP, udržovat nářadí v dobrém stavu, vadné vyměnit ve výdejně	NV č. 495/2001 Sb., ČSN EN 792 (239060), Bezpečnostní pokyny
Tlaková média	Obsluha, Zámečnick	Nedodržení povolného tlaku při práci.	Úraz při práci s tlakovými médii	10	2	5	Mírné	Pravidelné proškolení a seznámení s návody k obsluze, výměna tlakových hadic, dodržení předepsaných tlaků	Vyhl. ČÚBP č.18/1979Sb., v platném znění: NV č. 175/1997 Sb, NV č. 182/1999 Sb. Bezpečnostní pokyny

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Důsledek			
Elektrická zařízení- Ochrana před nebezpečným dotykem	Provozní elektrikář, Mechanik elektronických zařízení, Zámečnick	Poškození ochranných vodičů, kabelů, svorek, propojení použití nevhodné ochrany chybné nebo žádné označení uzemňovacích vodičů	Úraz elektrickým proudem	12	2	6	Nežádoucí	Oprava poškozených částí, označení ochranných systémů rekonstrukce ochranného systému	ČSN 332550, ČSN 332000-4-41,
Elektrická zařízení Nesprávný stupeň krytí	Všichni zaměstnanci	Nevhodně dodané nebo pozmeněné elektrické prvky změna provozních podmínek proti původnímu projektu	Úraz elektrickým proudem	12	2	6	Nežádoucí	Výměna prvků nebo provedení dodatečných krytů a zábran	ČSN 332550, ČSN EN 33 2000-5-51, ČSN 332000-4-41,
Elektrická zařízení	Provozní elektrikář, Mechanik elektronických zařízení, Zámečnick	Schází kryty, malé vzdálenosti poškození izolace	Přímý dotyk s nechráněnými vodivými částmi - úraz elektrickým proudem	10	2	5	Nežádoucí	Doplnit a opravit kryty upravit vzdálenosti opravit izolaci, vyměnit vodiče	ČSN 332550, ČSN 332000-4-41, NV č. 378/2001 Sb.,
Elektrická zařízení Vadná funkce elektrické výzbroje	Všichni zaměstnanci	Jednotlivé funkce neodpovídají projektu	Úraz elektrickým proudem	10	2	5	Nežádoucí	Provézt opravu podle dokumentace nebo platných norem	ČSN 332550, ČSN 332000-4-41,

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Důsledek			
Elektrická zařízení Elektroinstalace nevyhovuje prostředí	Všichni zaměstnanci	Elektroinstalace nebo její prvky neodpovídají prostředí, ve kterém je zařízení provozováno	Úraz elektrickým proudem	12	2	6	Nežádoucí	Upravit elektroinstalaci podle prostředí	ČSN EN 33 2000-3,
Nedostatečné zajištění bezpečného stavu zařízení při údržbě a opravách	Všichni zaměstnanci	Zařízení nelze zabezpečit ve vypnutém nebo zajištěném stavu	Ohrožení zdraví a životy osob	14	2	7	Nežádoucí	Úprava, rekonstrukce nebo výměna vypinacích nebo zajišťovacích prvků	ČSN 332550, NV 11/2002 Sb., Opatř. výk. řed. 29/2002
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost postříkání, nebo zranění úzkým proudem tlakové kapaliny.	Znečištění oděvu, možnost zasažení očí, následné alergické reakce pokožky na pracovní kapalinu	6	2	3	Mírné	Použití nezávadných prostředků; OOPP k ochraně rukou a očí (rukavice, brýle); pravidelná kontrola V rámci opakovaných školení upozornit na možná rizika.	

Stroj, zařízení, objekt, prostor, systém, práce, materiál, technologie, škodlivina	Profese (pracovní místo)	Identifikace		Hodnocení rizika			Přijatelnost rizika	Opatření k odstranění nebo ke snížení rizika	Řízení rizika
		Nebezpečí (vlastnosti a charakteristiky)	Ohrožení (jak může identifikované nebezpečí způsobit škodu)	Riziko	Pravděpodobnost	Důsledek			
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost zranění úlomkou roztrženého části hydraulického obvodu	Úrazy odlétajícími částmi tlakových systémů, ohrožení a zasažení osob přetížením.	4	1	4	Mírné	Dodržování zakázaných manipulací; se zařízením a návodu na obsluhu a údržbu.	
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Neodborné manipulace se zařízením	Zničení jednotlivých částí zařízení, úrazy končetin	8	2	4	Mírné	V rámci opakovaných školení upozornit na možná rizika při nesprávné manipulaci nebo činnosti. Dodržování návodu na obsahu a údržbu. Konkrétními pracemi pověřovat pouze kompetentní osoby – obsluhy a údržby zaškolenými na daném pracovišti	
Hydraulické zařízení	Všichni zaměstnanci	Ekologické riziko	Nehrozí přímé ohrožení života	6	2	3	Mírné	Provádění pravidelných kontrol zařízení, moderní technické řešení. Dodržování návodu na obsahu a údržbu.	
Hydraulické zařízení	Zámečníci, strojníci zaměstnanci elektro	Možnost popálení horkou kapalinou, opálení se o horké části potrubí, kontakt s vytápěným beranem	Popáleniny	10	5	2	zvýšené	Použití nezávadných prostředků; OOPP k ochraně, pravidelná kontrola V rámci opakovaných školení upozornit na možná rizika	

13 Závěr

V diplomové práci jsem se zabýval hydraulickým pohonem lisu pro aplikaci v automobilovém průmyslu. V teoretické části jsem se nejdříve zabýval historickým vývojem lisů a popisem jejich základních fyzikálních principů. Je zde zpracován popis základních parametrů lisů, jejich konstrukční uspořádání a systémy které slouží k jejich pohonu. Zpracoval jsem zde rozdělení hydraulických lisů z hlediska používané technologie na těchto lisech. Jelikož se diplomová práce zabývá lisem pro kobercovou výbavu automobilů, zpracoval jsem její historický vývoj až po současnost.

V praktické části jsem vypracoval koncepční návrh uspořádání lisu, přičemž jsem ke každé koncepci uvedl její klady a zápory. Dle zadání byly provedeny potřebné hydraulické a silové výpočty na základě zadaných parametrů pro lis. Jednalo se o výpočty hydraulického výkonu stroje, potřebných průtoků pro splnění požadovaných pracovních rychlostí, tepelných výpočtů, výpočtů potřebných pro volby jednotlivých prvků atd. Ve své práci jsem vypracoval hydraulické schéma pro pohon lisu, kde byly uvedeny veškeré potřebné hodnoty od světlostí jednotlivých ventilů, potrubí, atd. Na základě vypracovaného schématu jsem zpracoval specifikaci prvků použitých v mém návrhu a motorovou listinu. Pro navržený hydraulický pohon jsem vypracoval návod na obsluhu a údržbu s kompletním popisem jeho pracovních činností. Tento kompletní popis slouží jako podklad pro práci dalších navazujících profesí. Dle zadání jsem zpracoval hodnocení rizik navrženého stroje, ve kterém jsou uvedena rizika a návrhy jejich opatření pro minimalizaci rizika pro obsluhu. Součástí diplomové práce je v neposlední řadě i sestavný výkres hydraulického agregátu.

14 Seznam použité literatury

- [1] ČECHURA, Milan a Jiří STANĚK. *Tvářecí stroje: hydraulické lisy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, Strojní fakulta, 1999, 140 s. ISBN 80-708-2480-8.
- [2] KOPECKÝ, Miloslav a Bedřich RUDOLF. *Tvářecí stroje*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1983, 209 s.
- [3] KOVÁČ, Andrej a Bedřich RUDOLF. *Tvárníace stroje*. Bratislava: ALFA, 1989. ISBN 80-050-0126-6.
- [4] STANĚK, Jiří. *Základy stavby výrobních strojů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2001, 120 s. ISBN 80-708-2738-6.
- [5] KOPECKÝ, Miloslav a Bedřich RUDOLF. *Tvářecí stroje*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1975, 245 s.
- [6] Hall Conservation Ltd. [online]. [cit. 2013-11-20]. Dostupné z: <http://www.hallconservation.com/?portfolio=nasmyth-steam-hammer-eccles-lancashire-private-owners>.
- [7] Lis CYAA. ZDAS [online]. [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?id=5>.
- [8] Lis CYA. ZDAS [online]. [cit. 2013-12-09]. Dostupné z: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?id=52>.

[9] LENFELD, Petr. Technologie 2: Zpracování plastů. *TUL* [online]. 2005 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z:

http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/obsah_plasty.htm.

[10] Renovace. *Škoda 1000 MB* [online]. 2007, 9.9.2009 [cit. 2014-02-21]. Dostupné z:

<http://www.mb1000.wz.cz/Renovace.htm>.

[11] Products. *Grupoantolin* [online]. 2014 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z:

<http://www.grupoantolin.com/en/products>.

[12] Laurin & Klement - první boleslavská automobilka, historie 1895 - 1925. *Technologytour* [online]. 2011 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z:

<http://www.technologytour.cz/ttt-made-in-czechoslovakia/item/76-laurin--klement-prvn%C3%AD-boleslavsk%C3%A1-automobilka-historie-1895-1925>.

[13] Škoda - ASAP - AZNP - Automobilová a.s., historie 1925 -

1991. *Technologytour* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:

<http://www.technologytour.cz/ttt-made-in-czechoslovakia/item/84-%C5%A1koda-asap-aznp-automobilov%C3%A1-as-historie-1925-1991>.

[14] Interní materiály firmy Interfluid s.r.o, Ostrava.

[15] COMER. *PLATE HEAT EXCHANGERS TYPE PWO* [online]. [cit. 2014-05-02].

Dostupné z: [http://www.comer-](http://www.comer-italia.com/pdf/scambiatori_di%20calore/ENGLISH/heat%20exchangers%20PWO.pdf)

[italia.com/pdf/scambiatori_di%20calore/ENGLISH/heat%20exchangers%20PWO.pdf](http://www.comer-italia.com/pdf/scambiatori_di%20calore/ENGLISH/heat%20exchangers%20PWO.pdf).

[16] PAVLOK, Bohuslav. *Hydraulické prvky a systémy. Díl 2.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 140 s. ISBN 978-80-248-1827-6.

[17] SIVÁK, Václav. *Projektování hydraulických systémů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB, 1990, 331 s. ISBN 80-707-8037-1.

[18] Pivoňka, J. a kol. *Tekutinové mechanismy*. Praha: SNTL Praha, 1987. 623 s.

[19] Schmitt Arno. *Der Hydraulik Trainer. Band 4. Technik der 2-Wege-Einbauventile*. Lohr am Main: Mannesmann Rexroth, 1989. ISBN 3-8023-0291-5.

[20] SCHWARZ, Jiří. *Automobily Škoda Roomster: konstrukce, technika, údržba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 344 s. ISBN 978-80-247-1662-6.

[21] SCHWARZ, Jiří a Jiří WOHLMUTH. *Automobily Škoda Superb: konstrukce, technické hodnoty, údržba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 186 s. ISBN 80-247-0879-5.

[22] SCHWARZ, Jiří. *Automobily Škoda Octavia II: Octavia, Octavia Combi, 4 x 4*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 387 s. ISBN 80-247-1141-9.

[23] Hodnocení rizik. *Praktický příklad s komentářem, jak vyhodnotit rizika na pracovišti* [online]. 2006 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozpz/citarna/tematicke_prilohy/rizika/stanoveni040319.html

Firemní literatura

Bosch-Rexroth, Stauff, MP filtri, Olaer, Gas, Cesaro, VDI Obzor, Metra, Pizzato, Denison, Yuken, Argo-Hytos, Interfluid, AC Motoren, Hydrapp, Marzocchi, Raja-Lovejoy, Parker, Q,Hydraulika, iFm Electronic, Hydroma

15 Seznam příloh

Příloha A	Funkční schéma lisu č. v. SVR0009_1
Příloha B	Specifikace prvků č. v. SVR0009_2
Příloha C	Motorová listina č. v. SVR0009_3
Příloha D	Sestavný výkres č. v. SVR0009_4

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Dr. Ing. Miroslavu Bovovi za odborné rady a pomoc při tvorbě diplomové práce.